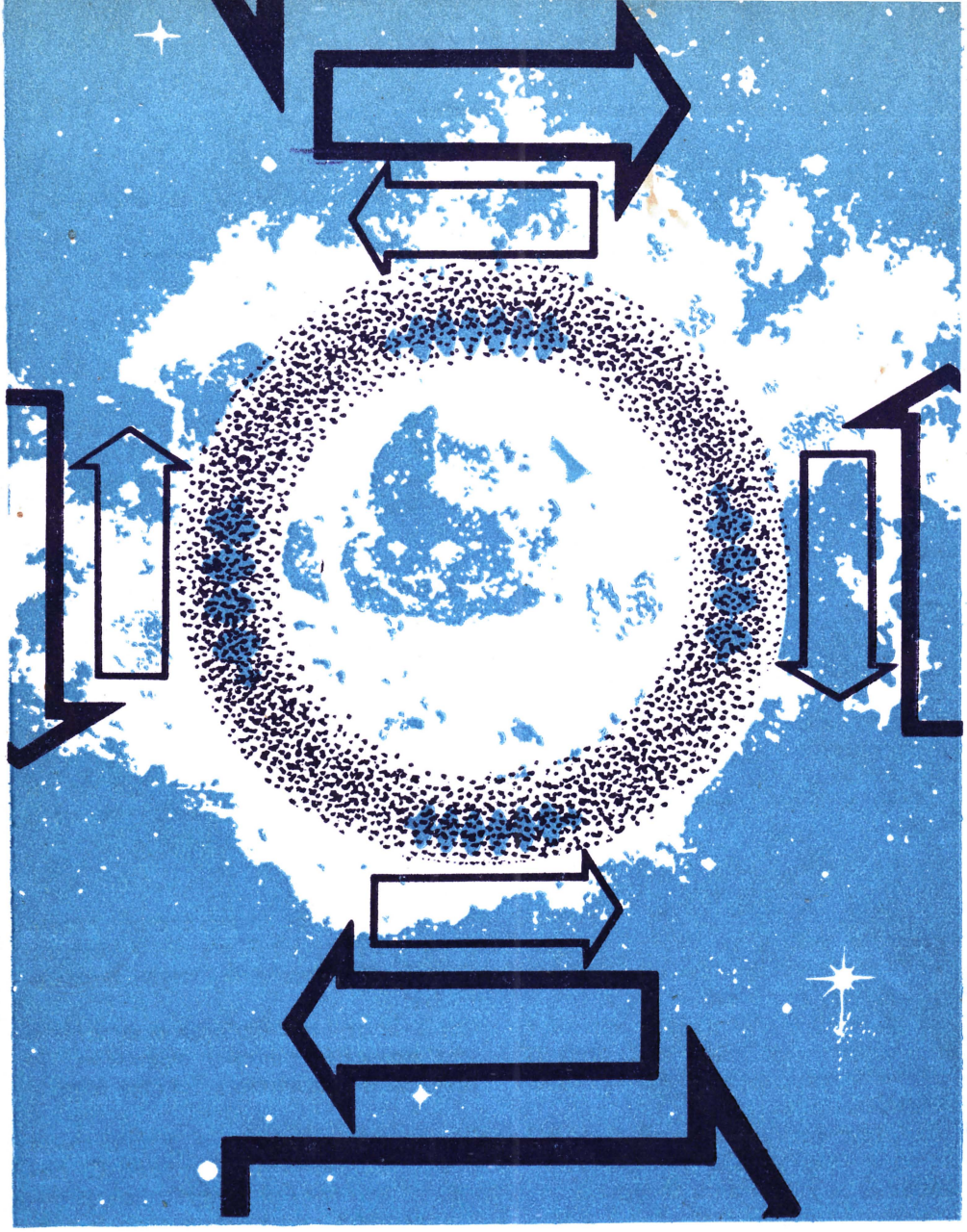


4 1973

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА
ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Когда этот номер нашего журнала был напечатан,

ТАСС передал сообщения о полете к Марсу советских автоматических станций

В ПОЛЕТЕ «МАРС-4»

В соответствии с программой исследования космического пространства и планет Солнечной системы 21 июля 1973 года в 22 часа 31 минуту по московскому времени в Советском Союзе осуществлен запуск автоматической межпланетной станции «Марс-4».

Основной целью запуска станции является продолжение научных исследований планеты Марс и окружающего ее пространства, начатых автоматическими межпланетными станциями «Марс-2» и «Марс-3» в 1971 году.

Станция «Марс-4» выведена на траекторию полета к планете Марс с промежуточной орбиты искусственного спутника Земли. Последняя ступень ракеты-носителя сообщила станции скорость, превышающую вторую космическую. Параметры траектории движения станции близки к расчетным.

В ходе межпланетного перелета продолжительностью свыше шести месяцев будут проводиться измерения характеристик космического пространства.

В ПОЛЕТЕ «МАРС-5»

В соответствии с программой исследования космического пространства и планет Солнечной системы 25 июля 1973 года в 21 час 56 минут по московскому времени в Советском Союзе осуществлен запуск автоматической межпланетной станции «Марс-5».

Станция «Марс-5» стартовала с промежуточной орбиты искусственного спутника Земли в 23 часа 15 минут по московскому времени. По данным траекторных измерений, параметры ее движения близки к расчетным.

Автоматическая станция «Марс-5» по конструкции и назначению аналогична станции «Марс-4», запущенной 21 июля 1973 года. С помощью научной аппаратуры, установленной на станции, будут проводиться исследования планеты Марс и окружающего ее пространства, а также измерения характеристик межпланетной среды по трассе перелета.

Одновременные научные исследования двумя станциями «Марс-4» и «Марс-5» позволят получить более полные данные о планете и динамике физических процессов, протекающих в космическом пространстве.

В ПОЛЕТЕ «МАРС-6»

В соответствии с программой исследования космического пространства и планет Солнечной системы 5 августа 1973 года в 20 часов 46 минут по московскому времени в Советском Союзе осуществлен запуск автоматической межпланетной станции «Марс-6».

На борту станции «Марс-6» кроме советской научной аппаратуры установлены приборы, изготовленные специалистами Франции и предназначенные для проведения совместных советско-французских экспериментов по исследованию радиоизлучения Солнца в метровом диапазоне волн и изучению характеристик солнечной плазмы и космических лучей.

(Продолжение на 3-й стр. обложки)

Научно-популярный журнал Академии наук СССР
Основан в 1965 году
Выходит 6 раз в год
Издательство «Наука»
Москва

4 июль август 1973

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

В номере:

К 500-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ НИКОЛАЯ КОПЕРНИКА
М. В. Келдыш — Имя Коперника будет сиять вечно 3
В. Тшебятовский — Коперник — гражданин и ученый 6
В. А. Амбарцумян — Коперник и современная астрономия . . . 11

В. Н. Руденко — Гравитационные антенны 19
А. В. Иванов — Лунный реголит 26
В. Н. Шолпо — Разведка недр и борьба идей 31
Л. С. Кайбышева — Жизнь шельфа 37
Л. Н. Шадрин — Штурм недр продолжается 40
Ю. П. Псковский — Четыре века Новой Тихо Браге 44
ЛЮДИ НАУКИ
К. А. Куликов — Сергей Алексеевич Казаков 48
ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ
Е. М. Зингер — 60-летие открытия Северной Земли 50
В. В. Шевченко — Небесная музыка 56
И. И. Неяченко — Названия малых планет 59
НАРОДНЫЕ ОБСЕРВАТОРИИ И ПЛАНЕТАРИИ
А. М. Бахарев — Первая народная обсерватория в Ленинграде . . 65
СТИХИ О ВСЕЛЕННОЙ
Виктор Гюго — Из поэмы «Двадцатый век» 68
Филипп Депорт — Икар 69
ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ
А. Н. Крылов — Портативный астрограф без гида 70
В. Ф. Карташов — Клуб «Антарес» 71
ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ 76
ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ
В. А. Милюшенко — «К звездам» 76
КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ
У. Н. Закиров, Ю. А. Школенко — Жизнь и разум во Вселенной 78
НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ
«Луноход-2» полностью выполнил программу [2]; Коперник — экономист [7]; Астрономические инструменты времен Коперника [15]; Дейтерий во Вселенной[25]; Пульсирует ли излучение звезды HZ Геркулеса? [25]; «Луноход-2»: день четвертый [30]; Почему взрываются Сверхновые? [39]; Еще раз о ядерных реакциях на поверхности Солнца [47]; Существует ли трансплутоновая планета? [47]; Советский телескоп на почтовой марке Чили [58]; Любительские фотографии [75]; Обсуждение проблем астрономического образования [79]; Радар исследует Сатурн [80]; Вниманию астрономов! [80].

На обложке: 1-я стр.— Приемник высокочастотного гравитационного излучения (к статье В. Н. Руденко).
4-я стр.— Генеалогическое дерево Коперника.

© Земля и Вселенная, № 4, 1973 г.

«Луноход-2» полностью выполнил программу

«Луноход-2» был доставлен на лунную поверхность 16 января 1973 года автоматической станцией «Луна-21», которая совершила посадку на восточной окраине моря Ясности, в кратере Лемонье.

В соответствии с поставленными задачами был разработан маршрут движения самоходного аппарата. В течение первых двух лунных дней автоматическая лаборатория передвигалась на юг в направлении материкового района. После проведения детального исследования прибрежного района луноход совершил движение в восточном направлении к крупному тектоническому разлому, протянувшемуся на 16 км с севера на юг.

За пять лунных дней, передвигаясь в условиях сложного рельефа, автоматический аппарат преодолел 37 км. Повышенная маневренность и мобильность «Лунохода-2» позволили преодолеть расстояние, в 3,5 раза большее, чем путь, пройденный первым самоходным аппаратом «Луноход-1».

С помощью телевизионной аппаратуры, установленной на борту самоходной лаборатории, были переданы на Землю 86 панорам и свыше 80 000 телевизионных снимков лунной поверхности. В ходе съемки получены стереоскопические изображения наиболее интересных особенностей рельефа, позволяющие провести детальное изучение их строения.

По трассе движения лунохода регулярно измерялись физико-механические свойства поверхностного слоя лунного грунта и неоднократно проводился анализ химического состава лунных пород. Проведенные исследования позволили получить разнообразную информацию о различных образованиях на поверхности Луны: кратерах, каменистых россыпях и отдельных камнях, склонах тектонического разлома. Непрерывно по всей трассе движения измерялись вариации магнитного поля и намагниченность лунных пород. Полученные данные показывают, что магнитное поле на поверхности Луны неоднородно. Магнитометр лунохода регистрировал значительные изменения напряженности магнитного поля на отдельных участках лунной поверхности.

Результаты длительных магнитных измерений, выполнявшихся при неподвижном положении лунохода в различных точках трассы, позволили получить информацию о внутреннем строении Луны до глубин порядка сотен километров.

Были продолжены измерения характеристик корпускулярного излучения солнечного и галактического происхождения. Эти эксперименты являются продолжением многолетней программы исследований физических процессов на Солнце, в межпланетном и окололунном пространстве, проводимых до этого многими автоматическими станциями.

Впервые с поверхности Луны выполнялись измерения светимости лунного неба, проводились эксперименты по лазерной пеленгации лунохода. Эксперименты по измерению светимости лунного неба в видимой и ультрафиолетовой областях спектра электромагнитного излучения позволили получить интересные результаты. Предварительный анализ показывает, что Луна окружена слоем пылевых частиц, сильно рассеивающих видимый солнечный свет и отраженный свет Земли.

С целью отработки системы измерения селенографических координат лунных космических станций с помощью лазеров на «Луноходе-2» применялся фотоприемник лазерного излучения «Рубин-1». В период работы самоходного аппарата с помощью оптических квантовых генераторов, установленных в нескольких обсерваториях Советского Союза, выполнялись эксперименты по лазерной пеленгации лунохода. Принятые фотоприемником оптические сигналы ретранслировались по радиолинии на Землю. Полученные при этом результаты позволили с высокой точностью определить селенографические координаты лунохода.

На протяжении всего периода работы бортовые системы и конструкции лунохода выдерживали значительные динамические нагрузки и хорошо переносили резкие температурные колебания. В приборном контейнере постоянно поддерживались заданные параметры микроатмосферы: температура — от +12 до +32° С, давление — от 770 до 830 мм рт. ст.

Работа с автоматическим аппаратом «Луноход-2» закончена. Программа научно-технических исследований и экспериментов выполнена полностью. Полученная с помощью советской самоходной лаборатории научная информация послужит дальнейшему расширению знаний о Луне и окружающем космическом пространстве.

По материалам Сообщения ТАСС от 4 июня 1973 года

6 марта 1973 года в Колонном зале Дома Союзов в Москве состоялось заседание Общего собрания Академии наук СССР, посвященное 500-летию со дня рождения Николая Коперника.

Ниже публикуются тексты докладов с незначительными сокращениями.

Президент Академии наук СССР академик М. В. КЕЛДЫШ

Имя Коперника будет сиять вечно

В эпоху высокого Возрождения, явившегося кульминационным периодом великого переворота в социальном развитии человечества, в развитии гуманизма, миросозерцания, науки и культуры, польский народ выдвинул одного из величайших ученых-мыслителей всех времен Николая Коперника. В 1973 году весь мир отмечает 500-летие со дня рождения этого гениального человека, совершившего величайший переворот не только в естествознании, но и во всем мировоззрении человечества, ниспровергнув геоцентрическую систему мира и установив, что Земля наряду с другими планетами движется вокруг Солнца.

Конец XV и начало XVI века, когда жил и творил Николай Коперник,— это время глубокого переворота в истории Европы. Уже в течение XIV и XV веков начинают все более и более проявляться борьба против гнета феодального строя и пробуждение от средневекового тяжелого сна, откинувшего далеко назад развитие мысли и творческого гения человека, подавленного безудержной эксплуатацией и жестокими канонами католической церкви, являвшейся не только идеологической опорой, но и неотъемлемой составной частью феодального строя.

Это пробуждение неразрывно связано с зарождением и широким распространением в начале XVI века новых способов производства, мануфактурного капиталистического уклада и развитием торговли. Возможность перехода к новым социальным отношениям в громадной степени была обусловлена глубокими катаклизмами, вызванными народными восстаниями, прошедшими по многим странам Европы, включая Италию и Польшу — родину Коперника, Германию, где в начале XVI века происходит попытка свершения буржуазной революции, сопровождавшаяся крестьянской войной. В ряде стран подрываются устои католической церкви, что проявилось в гуситских войнах, реформаторском движении Лютера и в таких революционных потрясениях, как кратковременная реслублика во Флоренции, возглавлявшаяся мечущим громы и молнии против папской власти и богачей пламенным проповедником, фанатиком, монахом Савонаролой.

Новые производственные отношения вызвали развитие ряда наук, в первую очередь механики как основы инженерного искусства, астрономии, питавшей развитие навигации. Порожденные революционными тенденциями гуманистические идеи подняли интерес к изучению человека, его роли в обществе, вызвали развитие анатомии и медицины, развитие философии, литературы и, особенно, изобразительных искусств, в которых ниспровергались каноны церковной романской и раннеготической живописи и главное место стало занимать прославление личности человека и природы, их красоты и гармонии.

В это время не только были возрождены духовные ценности, созданные человеческим гением в античную эпоху, но и заложены многие новые великие прогрессивные традиции, развитие и обогащение которых через многие столетия привели в конечном счете к наступлению новой эры в истории человечества, к Великой Октябрьской социалистической революции, совершенной партией Ленина и положившей начало предсказанному Марксом переходу человечества к социализму и коммунизму.

Эпоха Возрождения была эпохой революционной борьбы, борьбы идеологий. По словам Энгельса, это была «эпоха, которая нуждалась в титанах и которая породила титанов по силе мысли, страстности и характеру, по многосторонности и учености». История никогда не забудет такие великие имена, как Мазаччо и Брунеллески, Леонардо да Винчи, Рафаэль и Микеланджело, Джорджоне и Тициан, Ариосто и Рабле, Эразм Роттердамский и Томас Мор и многие другие, внесшие неоценимый вклад в развитие высших проявлений человека — развитие высокой культуры. Однако трудно назвать мыслителя той эпохи, который бы, как Николай Коперник, совершил столь революционный переворот не только в нашем понимании устройства Вселенной, но и в развитии системы научного мировоззрения, приведшей в конце концов к ниспровержению религии, являвшейся сильнейшим орудием в руках угнетателей народов. Будучи верным католиком, Коперник в своем учении, может быть, сам не видел этой стороны. Он был одним из гигантов по силе мысли, по многосторонности и учености, и должность каноника собора в городе Фромборке совмещал с управлением землями Вармийской епархии. Глубоко зная современную ему медицину, он оказывал помощь больным; он создал ряд примечательных гидротехнических сооружений. Однако имя его всегда будет связано, в первую

NICOLAVS COPERNICVS TORNENSIS BORVSSVS

очередь, с гелиоцентрической картиной мира.

Коперник увидел, что если в сложной геоцентрической системе мира, созданной Птолемеем, остановить Солнце и допустить движение Земли по орбите наравне с другими планетами, система мира становится гармоничной и простой, и явления, связанные с движением светил, сменой времен года, дня и ночи, становятся простыми и ясными. И хотя в то время не все небесные явления могли быть объяснены новой системой, Коперник провозгласил ее истиной, проявив замечательное предвидение и смелость. Этот шаг не требовал новых сложных построений, так как движения светил в новой системе выводились из далеко разработанной античными учеными геоцентрической системы Птолемея; но это был смелый шаг против религиозных и схоластических представлений, против веры в то, что человек находится как бы в центре Вселенной. Новые великие открытия Джордано Бруно, Галилея, Кеплера, Ньютона и многих других утверждали в героической борьбе с церковью систему Коперника. Развитие механики и астрономии создало совершенную динамическую картину мира. Джордано Бруно за свои идеи был предан инквизицией сожжению на костре, а великий Галилей был подвергнут тяжелым преследованиям. Николай Коперник избежал трагической участи, может быть, только потому, что его сочинение «О вращении небесных сфер» было опубликовано лишь в день его смерти. Церковь скоро убедилась, что учение Коперника подрывает догмы о небе и божестве, и почувствовала, что оно является началом крушения религии.

Может быть, ситуация с коперниканским учением напоминает то, что произошло в начале этого века, когда противоречия в электромагнитной теории объяснялись преобразованиями Лоренца, а Эйнштейн, имея в виду, что эти преобразования оставляют инвариантными расстояния в пространстве Минковского, провозгласил, что реальное пространство и на самом деле есть пространство Минковского. Это привело к новой великой идее о связи пространства и времени.

Новым гениальным открытием была общая теория относительности Эйнштейна. В основу этой теории была положена высказанная еще в прошлом столетии Риманом и, по-видимому, совершенно независимо Эйнштейном смелая идея, что геометрия пространства определяется распределением физических масс в нем, а также идея эквивалентности инертной и тяжелой масс, которая неявно была выражена еще Ньютоном в его законе всемирного тяготения.

Мы переживаем эпоху, когда астрономия, опираясь на общую теорию относительности, успехи современной физики и почти фантастические открытия новых поразительных объектов во Вселенной, стоит на границах новых великих сдвигов в нашем мировоззрении. Мы переживаем эпоху, когда человек оторвался от Земли и получил возможность непосредственного исследования планет. Человек, несомненно, достигнет других планет и, может быть, других миров, когда физикой будут открыты новые, еще более эффективные источники энергии. И важнейшие вопросы развития мировоззрения состоят в том, есть ли жизнь где-либо, кроме Земли, не занимает ли человек, в этом смысле, исключительного положения, происходят ли во Вселенной еще не известные нам процессы превращения энергии и массы, которые могут быть использованы для блага человека. Наука вечно будет обогащать наше познание, открывать новые средства улучшения жизни на Земле. Мы живем в стране, где нет никаких предрассудков и препятствий для развития науки. Но новые крупные достижения науки могут быть достигнуты только напряженным самоотверженным трудом, великий пример которого показал Коперник. Как бы ни были велики дальнейшие успехи науки, имя гениального сына польского народа Николая Коперника будет вечно сиять как ярчайшая звезда, указавшая один из важных путей развития ценнейшего, что завоевывает человек: возможности все глубже понимать мир, мир в его космических аспектах, в основах микроструктуры материи, в основах всех жизненных явлений и, прежде всего, процессов, управляющих жизнью человека, понимать основы общественных процессов и направлять все эти знания на благо людей, на создание приближающегося величайшего творения всех людей труда — коммунистического общества.

Президиум юбилейного заседания Общего собрания Академии наук СССР 6 марта 1973 года. Президент Академии наук СССР академик М. В. Келдыш открывает заседание

Президент Польской Академии наук,
академик В. ТШЕБЯТОВСКИЙ

Коперник — гражданин и ученый

19 февраля вся Польша, а с ней и вся мировая научная общественность торжественно отметили 500-летие со дня рождения Николая Коперника.

Ныне, как и при жизни великого астронома, изучение тайн космоса является общим делом всего человечества. В эру космических полетов, интеллектуальной и технической борьбы человечества за более глубокое познание и преобразование природы и общества Коперник, его творчество и его эпоха становятся предметом новых исследований многими учеными мира. Теория Коперника рассматривается как один из главнейших этапов общего развития науки и, в частности, точных наук.

История жизни Коперника — история жизни гражданина и ученого. Будучи каноником Вармийского капитула, он в течение многих лет своей деятельности занимал в нем различные важные посты: дважды, в 1516—1519 и 1520—1521 годах, был администратором капитула, управляя его обширными владениями; исполнял ответственные функции капитульного попечителя; участвовал в управлении епархией, особенно в период продолжительной болезни ее епископа Маррициа Фербера, при котором состоял в качестве лекаря. В период конфликта между Польшей и Тевтонским Орденом, вызванного нападениями войск Ордена на Вармию, Коперник активно включился в политические события, обращался к великому магистру Ордена Альбрехту и вел с ним успешные переговоры. Заботясь о восстановлении областей, разрушенных крестоносцами во время военных действий, он сумел наладить хозяйство Вармии и заселить опустошенные крестьянские наделы в капитульных деревнях новыми поселенцами.

Столь активная деятельность Коперника в общественных вопросах дала ему значительный практический опыт в хозяйственно-экономической области. Теоретически обобщая этот опыт и желая поднять благосостояние Вармии, он разработал проект монетной реформы. Ее теоретические основы были сформулированы Коперником в трактате «Monete cudende rayio» в виде закона, известного позднее как закон Грешема.

Но даже в самых неблагоприятных условиях великий ученый не забывал о своих научных исследованиях — астрономических наблюдениях, которые он проводил как во Фромборке, так и в Ольштыне, и о работе над «De revolutionibus».

Чрезвычайно талантливый и прекрасно образованный, убежденный в значении и возможностях человеческого интеллекта, он мог, может быть, легче, чем другие современные ему ученые, преодолевать препятствия, неизбежные в жизни любого человека науки. Будучи материально обеспеченным, он мог также позволить себе и необходимые расходы, связанные с астрономическими наблюдениями и с приобретением прекрасного собрания научных книг и ценных астрономических приборов. Немалое влияние на его научное творчество имели, как признавал сам Коперник, лучшие традиции Ягеллонского университета *. Уже в конце XIV столетия в Кракове проводились астрономические наблюдения, цель которых было определение географических координат города. В первом десятилетии XV столетия краковские астрономы применяли, как это следует из сохранившихся записей их лекций, для наблюдений, демонстраций во время лекций и для расчетов астрономические приборы (планетный экваторий и сферическую астролябию). Последние исследования по истории астрономии в Польше показали, что польские ученые первой половины XV столетия — Вавжинец из Ратибожа, Сендзивуй из Чекля и Мартин Круль из Журавицы и второй половины XV века — Анджей Гжимала из Познани, Петр Гашовец, Войцех из Брудзева и Мартин Былица из Олькуша,— несомненно, пользовались астрономическими приборами. С техникой проведения астрономических наблюдений Коперник ознакомился именно в Кракове, во время своей учебы в 1491—1495 годах. В те годы возникли его самые первые научные записки, именуемые «Упсалской тетрадью». Затем он совершенствовал свою технику во время учебы в Италии, сотрудничая с выдающимся болонским астрономом Доминико Новара из Феррары. И, наконец, вершины своего искусства и самых выдающихся результатов он достиг в Вармии.

Всестороннее развитие польской культуры в период Ренессанса создало ту живительную почву, на которой могла расцвести новая теория строения Вселенной. Ягеллонский университет, находившийся в близком сотрудничестве со всеми передовыми в то время центрами евро-

* Э. Рыбка. Астрономия в Краковском университете XV столетия. «Земля и Вселенная», № 1, 1973 г. *(Прим. ред.)*

пейской науки, вырастил целую плеяду ученых, создавших основы расцвета научной мысли.

Не одни лишь небесные наблюдения привели Коперника к великому открытию. Параллельно с экспериментом он разрабатывал критику традиционной птолемеевой системы. Создавая новую теорию, он задумывался над ее соответствием действительности. Подвергая критической оценке результаты исследований своих предшественников, Коперник преклонялся перед трудом тех, кто пытался до него объяснить строение Вселенной. «Мы должны быть благодарны,— пишет он,— не только философам, рассуждавшим правильно, но и тем, которые высказывали неправильные мнения, ибо познание ложных путей в немалой степени и нередко шло на пользу тем, которые жаждали идти по пути истины».

Оценивая должным образом положительные элементы научных традиций, Коперник относился к ним с глубоким уважением. И в этом следует ему подражать. Используя результаты своих предшественников в качестве сравнительного материала для наблюдений, он отвергал многие прежние, узаконенные традицией суждения и выдвигал вместо них результаты своих многолетних трудов.

Было бы весьма интересно проследить отношение автора «De revolutionibus» к его собственному научному творчеству. Из его немногих и лишь частично сохранившихся высказываний следует, что он понимал, каким тяжелым и долгим бывает путь ученого, пытающегося осуществить новые творческие идеи. А трудности, громоздящиеся перед новой мыслью, которая существенно отличалась от привычных понятий, были огромны. Коперник не мог вступать в конфликт с небезразличным для него мнением научной среды и в то же время хотел остаться верным принципу, гласящему, что «мысли ученого независимы от суждений посторонних». Он был убежден, что «заниматься наукой может только человек, свободный духом».

Благодаря своей интеллектуальной смелости Коперник расторгал узы традиций и нарушал те пределы творческой свободы, которые были установлены авторитетом церкви. Будучи готовым к любому труду, необходимому для осуществления его грандиозных планов, Коперник верил прежде всего в свои собственные силы и, исходя из личного опыта, создавал себе идеал ученого.

Какие же требования ставит Коперник перед ученым, достойным этого звания? К самым главным он причисляет упорство в исследованиях, необходимое для достижения успехов в труде, веру в собственные силы, являющуюся стимулом для научных начинаний, положительное отношение к научным традициям, проявляющееся в признании труда ученых, изучавших в минувшие века законы строения Вселенной, глубокие знания в избранной области науки, приверженность к правде и справедливое критическое отношение к мыслям других ученых и, наконец, умение прислушиваться к мнению научной общественности, сознательно

КОПЕРНИК — ЭКОНОМИСТ

Николай Коперник был не только великим астрономом, математиком, но и врачом, государственным и общественным деятелем, а также экономистом.

В течение многих лет Копернику приходилось заниматься хозяйственными делами на значительной части территории Вармии — полуцерковного, полусветского княжества северной части Польши. Денежная система в этой области и прилегающих к ней районах была крайне запутанной: в обращение поступали деньги, чеканившиеся не только в польской столице Кракове, но и в монетных дворах Гданьска, Торуни, Эльблонге и даже соседней тевтонской Пруссии. Стремясь к дополнительным выгодам, власти время от времени пускали в обращение монеты со все меньшим содержанием серебра в монетном сплаве. При этом отмечалось странное явление: ценные монеты исчезали из обращения, а экономи-

Николай Коперник — экономист. Портрет работы польского художника Кшиштофа Цандера из Грудзендза

оставляя за собой право высказывать свои личные суждения.

Как известно из немногих сохранившихся документов, относящихся к жизни великого астронома, Коперник всегда был верен провозглашенным принципам. В продолжение всей жизни, начиная с первого наброска идеи о новой системе Вселенной «Commentariolus» (1514 г.), ее развития в трактате-письме под названием «Le octava sphaera contra Wernerum», направленном Бернарду Ваповскому в 1524 году, и вплоть до последней редакции «De revolutionibus» 1542 года, с удивительной настойчивостью, достойной восхищения и подражания, добивался он познания истины.

Основной задачей труда ученого считает Коперник «поиски правды во всем», как он отмечает в своем «Посвящении папе Павлу III». С этой точки зрения он выдвигает в качестве основного критерия пригодности к научному труду личный талант исследователя и его моральный облик. По мнению Коперника, отсутствие интеллектуальной гибкости, тупоумие или недостаток моральных качеств, проявляющийся, например, в лени, препятствуют полному или хотя бы частичному познанию правды. Поэтому не без иронии относится наш выдающийся ученый к тем лжеученым, которые «бесполезно снуют между истинными учеными, как трутни среди пчел».

Похвала науке, провозглашенная автором «De revolutionibus» во введении к этому произведению, касается прежде всего тех наук, которые «занимаются изучением дивных вращений во Вселенной и движений звезд, исследованием их размеров и расстояний, их восходов и закатов, исследованием причин всех других небесных явлений, стремясь к объяснению причин всей системы мироздания».

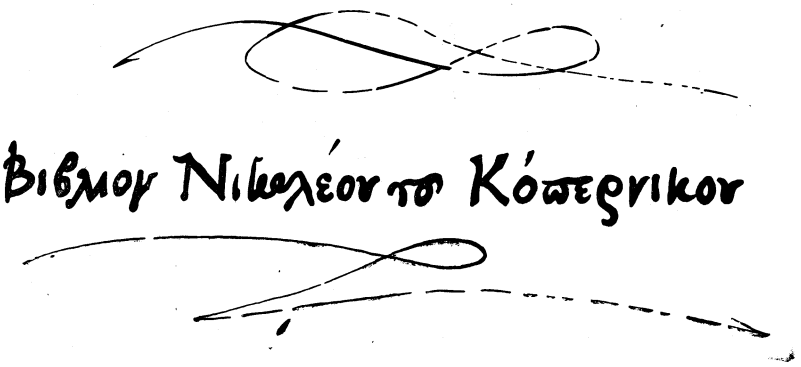
Согласно Копернику, эту задачу решают математические науки, в частности астрономия, которой Коперник отводит ведущую роль среди «всех благородных наук». Однако для Коперника-гуманиста цель науки — это не только поиски правды о Вселенной и изучение законов, управляющих Вселенной. Столь же важна моральная, а следовательно, и общественная функция науки. Согласно этой мысли, проповедуемой астрономом из Фромборка, человек, познавая правду, отрешается от зла и склоняется к добру. Личность достигает определенной степени совершенства, а общество, которому она служит своими знаниями, получает многостороннюю пользу.

Этот взгляд Коперника на науку и по сей день не потерял своей актуальности. Мы ожидаем от работников нашей науки усилий, направленных не только на гармоническое развитие отдельных ее областей, но и такого их развития, которое соответствует потребностям социалистического общества, самым насущным интересам народа. Конечно, формы

ческое положение областей неуклонно ухудшалось.

Любопытное явление заинтересовало Коперника. Весьма обстоятельно изучив состояние дел, он пришел к выводу, что при использовании монет одинакового номинального достоинства, но обладающих различным содержанием серебра, функцию средства обращения выполняют в основном неполноценные монеты, серебряные же припрятываются населением, идут на изделия и украшения, переплавляются в слитки. Так астроном установил экономический закон: «неполноценная монета вытес-

Монеты королевской Пруссии времен Коперника



связей науки с жизнью были другими во времена Коперника, чем в наши дни. Тем не менее неизменной обязанностью ученого осталась его личная ответственность за прогресс в науке и за будущее общества.

Выдающийся ученый эпохи Возрождения, обладавший исключительно широким кругом интересов в науке, литературе, экономике, медицине, Коперник полностью использовал свои способности, развивая всестороннюю общественно-политическую деятельность в интересах Вармии и ее прочных связей с Польшей. Он непосредственно включился в научные исследования и бурные дискуссии, волновавшие в то время научный мир в связи с вопросом о реформе календаря. Его личный интерес и к этой проблеме, проявившийся в направленном в Рим проекте реформы, свидетельствует о характерном для него понимании общественных запросов.

Убежденный в истинности своей астрономической теории, Коперник отдавал себе отчет в том, что она не будет доброжелательно принята в широких слоях общества того времени. И хотя он не намеревался излагать свою научную теорию «тем, кто любит молоть вздор и, вопреки полному своему невежеству в математических науках, претендует на то, чтобы иметь право судить о них на основе какого-нибудь места из библии, которое толкуют неправильно и превратно...», все же он опасался, что его учение будет не только превратно понято и высмеяно, но и даже осуждено. Ему не хотелось ни в коем случае «подвергнуть угрозе унижения и презрения... эти самые прекрасные произведения, являющиеся плодами долгих и кропотливых исследований». И тем не менее он решился опубликовать в печати результаты своего многолетнего труда.

Новая спорная теория движения Земли стала предметом острых дискуссий еще до издания «De revolutionibus». Эти дискуссии велись в нескольких планах, из которых два имеют особенно большое значение для истории науки и человеческой мысли. Первый из них относится к области точных наук — астрономии и математике. В этом плане велись споры относительно правильности и ценности математических расчетов в предложенной теории. Второй план дискуссий был связан с философскими вопросами мировоззрения. Гелиоцентрическая система разрушала признанную ранее всеми картину Птолемея и Аристотеля, в которой Земля была центром Вселенной. Идя вразрез с принятым мнением астрономов и всеобщими убеждениями, новая система вела к далеко идущим последствиям, например к идее о возможности существования многих миров. Поэтому она вызывала бурные споры среди теологов всех вероучений. Католическая церковь не высказывалась официально по этому вопросу ни при жизни Коперника, ни в XVI веке, когда еще жило первое поколение идейных наследников создателя революционного произведения. Лишь в 1616 году, то есть через 73 года после выхода из печати «De revolutionibus» и через 100 лет после создания первого наброска «Commentariolus», когда Галилей, исходя из своих открытий, старался доказывать справедливость гелиоцентрической системы, произведение Коперника было занесено католической церковью в список запрещенных книг. Издавать его нельзя было до тех пор, пока не будут изъяты из

няет из обращения полноценную». Этот закон был позже «переоткрыт» английским государственным деятелем и финансистом Т. Грешемом и носит ныне его имя.

Свои заключения Коперник изложил в нескольких трактатах, а также в публичных выступлениях: в середине марта 1522 года на сеймике в Грудзендзе, в мае 1528 года в Эльблонге. Проект денежной реформы, предложенный Коперником, неоднократно обсуждался, но в полной мере принят не был, так как встречал яростное сопротивление властей тех городов, которые должны были лишиться дополнительных доходов в случае запрещения права чеканки монеты.

В своих экономических работах Коперник перенес научный метод наблюдения природы на общественно-экономические явления. И здесь его исследования имели важное мировоззренческое значение, опровергнув церковную доктрину о том, что сила денег определяется волей больших и малых властителей, своей печатью придающих им чудесное свойство быть мерой всех ценностей.

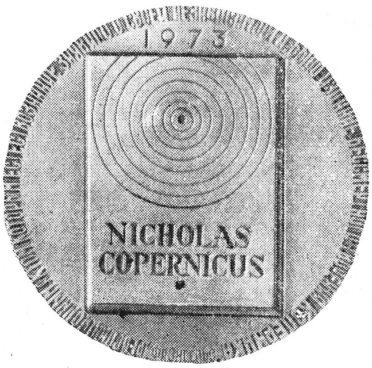
Кандидат физико-математических наук
Ю. А. БЕЛЫЙ

него места, в которых о движении Земли говорится, как о научной истине, соответствующей действительности, а не как о научной гипотезе. Вопреки Копернику, как гипотезу рассматривал его теорию Анджей Осиандер в своем предисловии к «De revolutionibus». Предисловие было напечатано без ведома Коперника.

И все-таки победила правда. Историю этой борьбы воссоздают выходящие в последнее время из печати интересные работы о распространении теории Коперника. Новое, критическое издание «Opera omnia» Николая Коперника, подготовленное Польской Академией наук по случаю празднуемой ныне пятисотой годовщины со дня рождения великого астронома, должно показать читателям в самом истинном свете творчество ученого, произведения которого стали общим достоянием всей мировой науки.

Сохраняя и используя все то, что было в науке непреходящим и ценным, Коперник стал основоположником современного подхода к вопросам естествознания. На основах, созданных Коперником, Кеплер сформулировал законы, управляющие движениями планет, а Ньютон, обобщив их, дал начало учению о динамике. Наследники этих традиций — современная физика и космология. И, наконец, образно выражаясь, по следам мысли Коперника движутся в межпланетном пространстве космические корабли.

В заключение мне хотелось бы отметить то особое понимание, с которым относятся к Копернику в России. М. В. Ломоносов, один из основоположников современного естествознания, пользовался, так же как Галилей и Ньютон, основными методологическими понятиями из круга идей, намеченных впервые Коперником. В том же направлении шли работы выдающихся русских ученых XIX и XX столетий. Не ослаб интерес к произведениям Коперника и в советское время. Об этом свидетельствует, например, прекрасный аналитический разбор И. И. Толстым латинского перевода «Писем Т. Симокатты», который был сделан Коперником. В 1964 году под редакцией академика А. А. Михайлова издан выполненный профессором И. Н. Веселовским русский перевод «De revolutionibus», содержащий ценные критические комментарии, которые внесли существенный вклад в более полное понимание астрономии Коперника. О Копернике помнили даже в тяжелое время войны. В 1943 году Академия наук СССР в связи с четырехсотой годовщиной со дня его смерти издала сборник статей о Копернике. Торжественное заседание состоялось в Москве по случаю 410-летия со дня смерти Коперника. И, наконец, именно Советский Союз положил начало великому процессу завоевания космоса, тайну строения которого раскрыл впервые Коперник.



Юбилейная медаль, отлитая в Советском Союзе к 500-летию со дня рождения Николая Коперника. Диаметр медали 60 мм. Она изготовлена из томпака на Московском монетном дворе. Ее автор — скульптор А. Новичков. На лицевой стороне медали — рельефно выполненные портрет ученого и сверху надпись: «1473. Николай Коперник. 1543». На оборотной стороне медали — изображение книги Коперника

Академик
В. А. АМБАРЦУМЯН

Коперник и современная астрономия

Говоря о значении Коперника для современной науки, следует иметь в виду две стороны проблемы. Во-первых, создание гелиоцентрической системы мира Коперника стало началом глубочайшей революции в точном естествознании. Возникнув в астрономии, эта революция распространилась на механику и физику. Достижения научной революции — фундамент всего современного естествознания. Чем лучше и крепче фундамент здания, тем меньше он причиняет волнений и тем меньше занимает людей, живущих в нем. Фундамент, заложенный Коперником, Галилеем, Кеплером и Ньютоном, был заложен отлично. Он действительно не вызывает беспокойства. Современное естествознание за это бесконечно обязано Копернику, положившему первый камень этого фундамента.

Во-вторых, нужно подчеркнуть, что, являясь величайшим новатором и революционером в науке, Коперник показал образцы блестящего анализа данных астрономической науки, гениальную интуицию и подлинное бесстрашие. Новаторство Коперника основано на самом глубоком изучении предмета. Этому новаторскому подходу к науке астрономия и все естествознание учились и еще долго будут учиться у него. Иными словами, Коперник остается и всегда будет для нас великим учителем.

Если первая сторона дела совершенно очевидна и не требует дальнейших комментариев, то вторая, связанная с влиянием Коперника на современную науку, его значением для ее дальнейшего развития, еще требует изучения и на данном этапе может рассматриваться различными учеными неодинаково.

Именно на этой второй стороне дела мы остановимся вкратце, считая особенно важным то новое, что внес Коперник в подход к решению научных задач.

Конкретным результатом деятельности Коперника явилось установление гелиоцентрической системы мира, правильное познание природы нашей планетной системы.

Познание природы любой космической системы может вестись в разных аспектах. Среди наиболее важных следует упомянуть проблему пространственного устройства системы, проблему кинематики и динамики системы и проблему ее происхождения и развития. Природа некоторых систем такова, что каждый из этих аспектов может изучаться в известной степени независимо от других. В других случаях это невозможно, то есть два или три аспекта должны рассматриваться почти всегда вместе.

В планетной системе проблема пространственного устройства почти неотделима от кинематической стороны вопроса. Эти два вопроса неразрывно связаны между собой. Но третья проблема — происхождение планет — может рассматриваться отдельно на следующем этапе. В случае звездной системы (любой галактики, любого звездного скопления) проблема пространственного строения системы может сначала рассматриваться отдельно. После ее грубого решения может быть рассмотрена кинематика и динамика, после чего на более позднем этапе может решаться проблема происхождения и эволюции звездной системы (или систем).

Наконец, на более высоком уровне астрономических исследований, при изучении Метагалактики, все три аспекта проблемы связаны друг с другом самым тесным образом. Именно благодаря этому проблемы изучения Метагалактики, то есть проблемы современной космологии, оказываются крайне трудными и привлекающими широкое внимание.

Коперник всю свою жизнь изучал пространственный и кинематический аспекты проблемы планетной системы. Несомненно, одним из важнейших моментов в жизни и деятельности Коперника был тот этап, когда его недовольство геоцентрической системой переросло в убеждение, что эта система бесперспективна, когда он понял правильность гелиоцентрической системы и решил посвятить свои усилия ее разработке.

Дело историков науки найти, когда это случилось, был ли этот выбор между двумя системами произведен мгновенно в результате прибавления какого-либо важного аргумента к уже имевшимся в сознании молодого ученого или он обусловлен длительным процессом взвешивания всех доказательств «за» и «против». Оговоримся, что если новая система верна, то все «против» при ближайшем изучении оказываются аргументами за нее. Кстати, такие случаи, когда аргумент, сперва как будто противоречивший новой теории, превращается в свидетельство в ее пользу и становится поводом для окончательного убеждения в ее справедливости, нередки.

Нас интересует не хронология поворотного момента в творчестве Ко-

перника, а то, каков был характер решающих аргументов в той драматической борьбе идей, которая, несомненно, имела место в его сознании. Мы этого в точности не знаем, но очевидно, одним из таких аргументов могло быть совпадение в системе Птолемея периода движения Сатурна, Юпитера и Марса по соответствующим эпициклам (а также движения Меркурия и Венеры по деферентам) с периодом движения Солнца по деференту, то есть точное равенство этих периодов одному году. Это было совершенно естественным с точки зрения гелиоцентрической системы и совершенно необъяснимым для системы Птолемея.

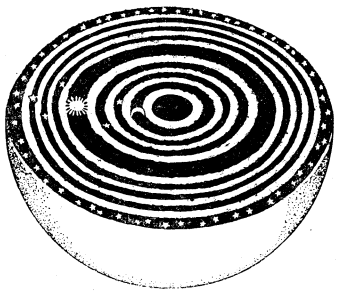
Однако все численные отношения периодов в системе Птолемея являлись чем-то предопределенным как бы свыше и не требующим объяснения. Только глубокая интуиция, а также созревший в его сознании новый подход к явлениям природы, похожий на современный подход, могли подсказать Копернику, что такое точное совпадение четырех периодов должно иметь весьма простую причину, в данном случае то, что все они отражают одно и то же движение — годичное обращение Земли вокруг Солнца.

В литературе часто встречается утверждение, что Коперник не имел прямых доказательств движения Земли вокруг Солнца и что прямые доказательства этого движения были получены позже, после открытия аберрации и измерения годичных параллаксов звезд. По этому поводу можно лишь заметить, что трудно провести сколько-нибудь точное разграничение между прямыми и косвенными доказательствами какого-либо утверждения, относящегося к природным явлениям. То, что одному человеку представляется лишь косвенным свидетельством, может для проницательного исследователя оказаться самым прямым и самым убедительным доказательством. Указанное выше совпадение периодов, безусловно, было именно таким доказательством. Собственно говоря, видимые движения внешних планет по эпициклам имеют ту же самую природу, что и видимые движения неподвижных звезд по годичному параллактическому эллипсу. Как можно согласиться считать явление годичного параллакса прямым доказательством, а гораздо более крупное явление — параллактическое движение внешних планет, описывавшееся в те времена как видимое движение планеты по эпициклу,— не считать прямым доказательством?

Для большей ясности произведем следующий мысленный эксперимент. Представим, что Солнце кроме планет имеет также отдаленного самосветящегося спутника, то есть представляет собой широкую двойную звезду. Пусть спутник вращается вокруг Солнца на расстоянии 10 000 а. е. Тогда период обращения его вокруг Солнца будет близок к миллиону лет. В своем орбитальном движении вокруг Солнца он будет перемещаться примерно на 1″,2 в год.

Для астронома, не знающего, что это спутник Солнца, объект будет представляться звездой, собственное движение которой равно 1″,2, а годичный параллакс 20″. Но астроном, знающий, что этот объект описывает орбиту вокруг Солнца, будет рассматривать столь большой годичный параллакс как эпицикл. На этом примере рельефно видно, что между двумя доказательствами движения Земли вокруг Солнца (тем, которое было у Коперника, и тем, которое было получено в XIX веке) нет принципиальной разницы. Только, выражаясь фигурально, у Коперника было доказательство, бо́льшее по своим угловым размерам. Итак, неправильно считать, что в эпоху Коперника не было прямых доказательств движения Земли. Именно потому, что Коперник обладал гениальной интуицией, сила и значение указанного выше доказательства в его глазах во много раз превышали различные неувязки в его теории и возможные возражения противников новой системы. Открытие аберрации света звезд (XVIII век) и измерение первых годичных параллаксов (XIX век) послужили подтверждениями, хотя и крайне важными, но лишь подтверждениями системы Коперника.

Другое обстоятельство, которое, несомненно, делало гелиоцентрическую систему более убедительной в глазах Коперника, было то, что в системе Птолемея относительные размеры орбит различных планет вокруг Земли оставались неопределенными. В гелиоцентрической же системе эти отношения определялись из наблюдений сразу. Они были найдены Коперником, и полученные им численные значения отношений диаметров орбит мало отличаются от принимаемых сегодня отношений больших полуосей. А это значит, что Копернику удалось получить хотя и приближенную, но правильную картину устройства Солнечной системы.



Таким образом, гелиоцентрическая система мира сразу же предстала перед ее автором и перед подлинными учеными как теория, дающая однозначный ответ на вопросы, которые теория Птолемея оставляла без ответа вообще. В новой системе мира геометрические соотношения определялись количественно и притом однозначно из наблюдений. Это относилось в некоторой степени и к неподвижным звездам, расстояния до которых настолько велики, что их было невозможно определить при измерительных средствах того времени (тогда можно было указать лишь нижнюю границу).

Сказанное выше дает основание внести некоторое уточнение в оценку исторической роли Коперника и утверждать, что Коперник по своему подходу к задачам бесконечно удалился от Птолемея. Между тем, в литературе часто подчеркивается, что при описании движений планет Коперник постоянно пользуется понятиями и приемами системы Птолемея, вследствие чего, якобы, новая система не была еще удовлетворительной. Конечно, при описании кинематической стороны дела Коперник вводил усложнения такого же типа, которые были у Птолемея. Но не надо забывать, что проблема устройства планетной системы имела тогда два аспекта — пространственный и кинематический. Мы указывали, что характер системы требовал совместного рассмотрения этих двух аспектов, но это не значит, что полученное решение должно было оказаться одинаково совершенным в обоих аспектах. Из приведенных фактов ясно, что Коперником было найдено решение задачи о пространственном устройстве планетной системы, не вызывающее никаких принципиальных возражений. Что касается кинематического аспекта, то здесь — лишь приближенное описание. Окончательное решение в кинематическом аспекте было дано Кеплером.

Приведенные примеры показывают, как из трудов Коперника в науку решительно входили новые требования. В одном случае — объяснение численных совпадений и соотношений, а в другом — однозначное определение на основе наблюдений размеров входящих в систему величин.

Тенденция, при которой по мере углубления наших знаний в какой-либо области возникает необходимость определить и объяснить явления и величины, ранее неопределенные или необъяснимые, стала, как мы увидим ниже, основной тенденцией во всем развитии современного естествознания.

В результате исследований, выполненных Галилеем, Кеплером и Ньютоном, гелиоцентрическая система мира Коперника превратилась в логически законченную теорию, внесшую полную ясность в проблему устройства планетной системы. Более поздние исследования, приведшие к открытию Урана, Нептуна и Плутона, так же как обнаружение большого числа спутников больших планет и астероидов, только дополнили картину в полном соответствии с основами построенной уже теории. Так была решена первая задача космологии — устройство Солнечной системы.

■

Система мира по представлениям древних греков

Следующей важнейшей космологической задачей должна была стать проблема устройства звездной системы. В течение XVIII, XIX и первой четверти XX столетий астрономы приложили огромные усилия для накопления надлежащих данных о звездах. С этой целью выполнялись подсчеты звезд, составление обширных звездных каталогов, определение звездных движений на основе точнейших измерений их положений — работы по фотометрии и спектральной классификации звезд, определения лучевых скоростей, прямые и косвенные определения параллаксов звезд.

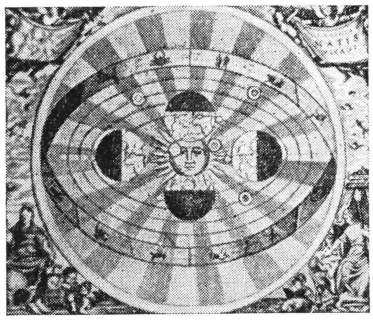
Возникли звездная астрономия и звездная статистика, стремившиеся посредством изучения видимого распределения миллионов звезд и данных о расстояниях некоторых из них составить карту пространственного строения нашей Галактики.

Однако в первых схемах строения звездной системы, благодаря приблизительно равномерному видимому распределению звезд вдоль пояса Млечного Пути, получалось, что Солнце находится где-то вблизи центра системы. Такое неправильное заключение было обусловлено тем, что не учитывалось поглощение света в межзвездном пространстве. Только в двадцатых годах нашего века американский астроном Х. Шепли показал, что данные, относящиеся к наиболее удаленным от нас объектам звездной системы, неукоснительно свидетельствуют о том, что центр Галактики расположен на огромном

расстоянии от Солнца (по современным данным, около 30 000 световых лет) в направлении созвездия Стрельца. Определение истинного местонахождения центра Галактики было крупнейшим достижением астрономии. Но на этот раз такая смена представлений не вызвала научной революции. Решение вопроса было достигнуто методами, ставшими уже тогда обычными в астрономии.

Центр Галактики закрыт от нас темными облаками космической пыли, и только теперь, благодаря методам инфракрасной астрономии и радиоастрономии, для которых пылевые облака уже не являются непреодолимым препятствием, мы знаем, что там находится такое же ядро, какое имеется в соседних галактиках. Исследование строения и свойств этого ядра — актуальнейшая задача современной астрономической науки.

В тридцатых годах нашего столетия были в основном решены проблемы движений звезд в Галактике. К этому времени были открыты главные закономерности вращения звезд вокруг центра Галактики. Тем самым была положена основа для решения второй большой космологической проблемы, стоявшей перед астрономией,— об устройстве звездной системы. Устройство звездного мира и в количественном, и в качественном отношениях оказалось резко отличающимся от устройства планетной системы. В ядре Галактики сосредоточена сравнительно небольшая часть ее массы, основную массу Галактики составляют миллиарды входящих в нее звезд. Динамическое воздействие самого ядра на звезды относительно невелико, в отличие от



■

Изображение коперниковой системы мира, опубликованное в Амстердаме в 1661 году Андреасом Целлариусом. «Harmonia macrocosmica»

планетной системы, где динамическое воздействие Солнца определяет в основном движения планет.

Уже в те годы, исходя из состава звездного населения нашей Галактики, можно было заключить, что она представляет собой спиральную систему. Однако только в пятидесятых годах, после открытия звездных ассоциаций, удалось установить действительную топографию спиральных рукавов в нашей Галактике как геометрических мест, где расположены О-ассоциации. Было найдено, что наша Галактика принадлежит к числу спиральных систем со средней степенью открытости рукавов.

Так была в основном решена проблема строения и кинематики нашей Галактики, то есть завершен второй (после Коперника) этап в решении стоящих перед астрономией космологических задач.

Следующей ступенью в постановке космологических проблем явилась проблема строения гигантской системы галактик — Метагалактики. Исследование кинематической стороны проблемы привело к установлению закона красного смещения (закон Хаббла), иными словами, к установлению факта расширения Метагалактики. Как известно, А. Фридман показал, что в рамках релятивистской теории тяготения существуют решения уравнений тяготения, которые соответствуют расширению Вселенной в целом, а также решения, соответствующие ее сжатию. Эмпирический закон Хаббла соответствует одному из этих решений.

Это соответствие указывает на широкую применимость современной теории тяготения к Метагалактике, хотя могут быть различные мнения по вопросу о том, насколько далеко можно экстраполировать решение Фридмана. Однако современная теория тяготения оказалась бессильна в решении основного космологического вопроса — объяснения островного строения Метагалактики. Вопреки построенной Хабблом картине более или менее равномерного пространственного распределения галактик, в которую только вкраплены отдельные скопления галактик, швейцарский астроном Цвикки открыл, что по существу вся наблюдаемая Метагалактика состоит из гигантского числа отдельных скоплений галактик и что большинство галактик — члены этих скоплений. Это — одна из самых замечательных закономерностей современной космологии. Имеются веские основания в пользу того, что и скопления галактик не распределены в пространстве равномерно, а образуют «сверхскопления». Возможно, наконец, что существуют неоднородности еще более крупного масштаба.

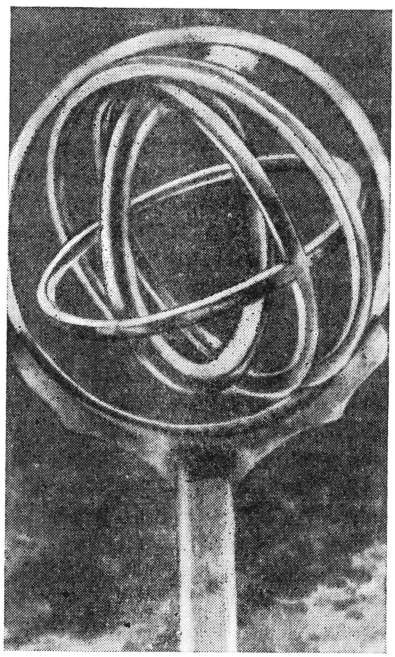
В результате работ по определению лучевых скоростей отдаленных галактик и по изучению скоплений галактик был сделан существенный

шаг в решении наиболее крупной по масштабу (третьей) космологической проблемы, хотя здесь еще дело далеко до полного завершения. Кроме того, в случае Метагалактики проблемы структуры и кинематики оказываются неотделимыми от ее происхождения и развития: космологическая и космогоническая проблемы сливаются воедино.

Трудность заключается в том, что совершенно однородным по плотности моделям Вселенной, разрабатываемым релятивистской космологией, противостоит реальная Вселенная со всеми ее структурными особенностями. Думается, однако, что здесь нет полного противоречия, так как предположение об однородности моделей вносится в релятивистскую космологию для облегчения расчетов. Несомненно, что релятивистская космология может описать и неоднородную Вселенную. Однако сама дискретность распределения веществ в Метагалактике, наличие галактик, скоплений и сверхскоплений являются фундаментальным космологическим фактом, который очевидно, получит свое объяснение только на основе теории происхождения и эволюции этих объектов и систем.

Именно вопросы происхождения небесных тел оказались наиболее трудными в астрономии. Здесь развернулась борьба различных идей и возможных подходов.

Один из существующих подходов можно назвать попыткой решения задачи на основании умозрительных соображений. Предполагается, что первоначально вещество было распределено более или менее однородно в виде большого газового облака, потом вследствие гравитационной неустойчивости облако разорвалось на части, которые стали сгущаться в более плотные облака, а за-



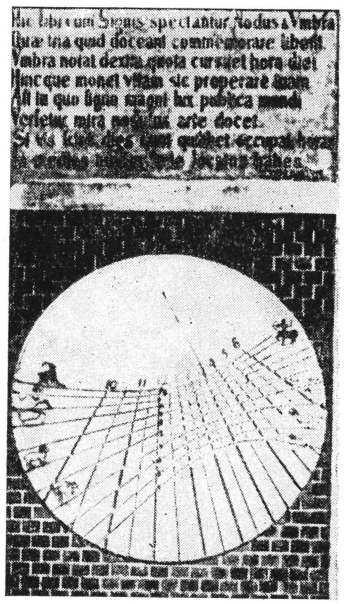
АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ ВРЕМЕН КОПЕРНИКА

■

Армиллярная сфера Николая Коперника (реконструкция). Инструмент издавна применялся для определения координат небесных светил. Он состоял из нескольких металлических или деревянных колец с делениями; кольца, снабженные диоптрами, могли поворачиваться вокруг общего центра. Изготовленная Коперником армилла до наших дней не сохранилась

■

Солнечные часы на стене Влоцлавекского кафедрального собора. Как гласит предание, они выполнены Николаем Водкой при участии юного Коперника



тем в еще более плотные тела или группы тел. Последовательная фрагментация облаков с последующим их сгущением должна, якобы, дать наблюдаемую структуру. Надо сказать, что такие представления развивались не только качественно, но и сопровождались многочисленными расчетами. Поэтому развитие этих представлений не должно считаться чем-то противоречащим науке. Более того, соответствующие гравитационно-газодинамические решения могут представлять ценность с различных точек зрения. Однако произвольное исходное допущение в газовом облаке более или менее равномерной плотности само по себе не обосновано ничем, разве только авторитетом Канта, а полный отрыв такой космогонии от наблюдательных данных вызывает опасение, что таким путем мы можем и не решить вопрос.

Другой подход к решению проблемы происхождения космических объектов считает необходимым обратиться к самой природе и из наблюдения найти искомые закономерности развития. Он не отрицает умозрительных методов, но полагает чисто умозрительный подход неплодотворным. Он основывается на анализе наблюдательных данных и их обобщении.

Известно, что наблюдательный подход к решению проблем происхождения и развития небесных тел встречает известные трудности: промежутки времени, необходимые для существенного продвижения космических объектов по пути их развития, измеряются часто многими миллионами лет. Исключение составляют вспышки Новых звезд, Сверхновые и некоторые другие быстро изменяющиеся космические объекты, а также те случаи, когда физическое состояние объектов определяется сравнительно монотонно меняющейся величиной, измеряемой весьма точно. Так, период колебания радиоизлучения пульсаров может быть определен с точностью до одной десятимиллионной доли его длины. Поэтому, если даже существенные изменения периода требуют миллионов лет, направление и скорость изменения периода могут быть определены довольно хорошо за два — три года наблюдения. Выяснилось, что вращение всех пульсаров систематически замедляется, хотя время от времени как бы толчками происходит ускорение периода, что лишь немного меняет средний темп замедления, если взять длительные сроки.

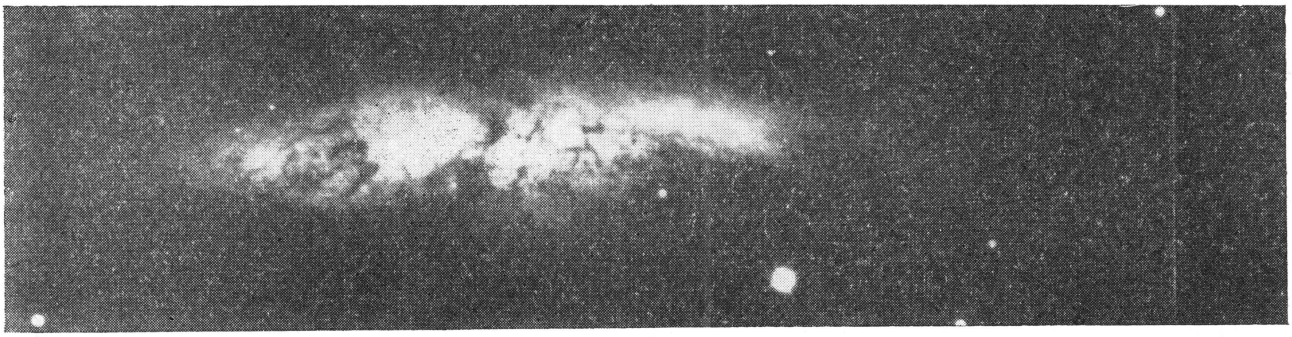
Наконец, имеются другие случаи, когда некоторая часть процесса эволюции сводится к простым механическим или статистико-механическим явлениям и поэтому может быть хорошо рассчитана без внесения каких-либо сомнительных гипотез. Так, вопрос об эволюции открытых скоплений на значительном промежутке времени сводится к вопросу о взаимодействиях членов скопления во время их внутренних движений. Статистико-механические расчеты, а также вычисления на ЭВМ показывают, что в этом случае эволюция всегда идет в направлении «испарения» звездного скопления, когда звезды постепенно уходят из скопления в общее поле Галактики.

Но кроме этих прямых, или почти прямых, данных о направлении эволюционных изменений и их скорости, наблюдения доставляют и другие, не менее ценные сведения. Речь идет о тех случаях, когда мы застаем космические объекты на поворотных этапах развития, связанных с переходом из одного состояния в другое, резко отличное от него. В частности, это те случаи, когда объект в наблюдаемой форме только что образовался.

Так, исследование планетарных туманностей показало, что они не могут быть стационарными объектами. Наблюдение структуры их спектральных линий подтвердило, что эти объекты расширяются. Благодаря этому в грубых чертах удалось решить проблему происхождения планетарных туманностей. Было установлено, что каждая такая туманность выбрасывается из ее центральной звезды, а затем, расширяясь, рассеивается в межзвездном пространстве за промежутки времени порядка ста тысяч лет. Таким образом, планетарные туманности оказались первыми объектами звездного мира, происхождение которых установлено, хотя мы не знаем в точности, какие силы вызывают отделение массы туманности от центральной звезды.

Подчеркнем, что в этом примере, в отличие от схем развития, выдвигавшихся на основе упомянутых выше умозрительных соображений, мы наблюдаем не сгущение диффузного вещества (туманности) в звезду, а наоборот, рождение диффузного образования (туманности) из звезды и его рассеяние в межзвездном пространстве.

В течение последних десятилетий в астрономии стали открываться все



новые наблюдательные данные, свидетельствующие о процессах образования диффузных, разреженных, обычно нестабильных объектов из более плотных агрегатов. Значительная часть подобных открытий относится к процессам, протекающим в нашей Галактике и внутри других галактик. Но более поразительными оказались данные, относящиеся к подобным явлениям, происходящим в масштабе целых галактик. Например, в радиогалактиках мощное излучение исходит из двух дискретных облаков релятивистской плазмы, расположенных более или менее симметрично по отношению к ядру данной галактики. Совершенно ясно, что эти облака возникли из вещества, выброшенного из ядра в результате гигантского взрыва.

Напомним, что каждая галактика представляет собой сложную систему, состоящую из целого ряда подсистем, взаимно проникающих друг в друга и имеющих, как правило, общий центр в ядре галактики. Так каждую галактику можно (в известной степени условно) представить себе, например, как наложение трех подсистем: подсистемы звезд, подсистемы классического межзвездного газа и подсистемы, состоящей из релятивистского газа, то есть частиц высоких энергий. К этой последней подсистеме можно отнести и магнитное поле, в котором эти частицы движутся. Релятивистская плазма как раз и возникает у радиогалактик в результате выброса огромного количества вещества и энергии из ядра.

Классический межзвездный газ в ряде случаев тоже выбрасывается из ядер галактик. Мы имеем прямые доказательства выброса такого газа из ядер галактик М 82, галактик Сейферта, галактик типа NGC 3561 и других. Но не все газовые массы должны появляться в результате прямого выброса вещества. Ряд диффузных туманностей в нашей Галактике (туманность Ориона, туманность NGC 2244 — Розетка и другие) возникли вместе со звездами тех звездных ассоциаций, куда они входят и которые расположены в спиральных рукавах нашей Галактики. Поэтому вопрос о происхождении газовых масс неотделим от проблемы происхождения звезд и, в частности, проблемы механизма возникновения звездных ассоциаций.

Независимо от того, возникает ли звездная ассоциация из плотного первоначального объекта или из большой диффузной газовой массы, в обоих случаях мы должны постулировать длительное или кратковременное существование прототел, за счет масс которых возникают звездные ассоциации и другие звездные группировки. Встает вопрос, как появились эти массы в объеме Галактики? Можно ли допустить, как думают некоторые, что релятивистский газ и значительная часть массы классического газа выбрасывается из ядра, а вот весь газ, из которого возникает звездное население данной галактики, появляется из какого-то другого источника, например, в результате сгущения протогалактического гипотетического облака? Идея о таком двойственном происхождении газа чем-то напоминала бы теорию Тихо Браге о том, что часть планет обращается вокруг Солнца, а часть — вокруг Земли.

Тот факт, что спиральные рукава, в которых расположены звездные ассоциации, во многих случаях непосредственно начинаются в ядре галактики, свидетельствует скорее в пользу ядерного происхождения тех масс газа, из которых формируются звездные ассоциации и звезды. Известно и то, что энергия, освобождающаяся в результате мощных процессов, происходящих в ядрах галактик, сравнима, а иногда даже превосходит суммарную кинетическую энергию всех звезд галактики. Поэтому и в энергетическом отношении ядра галактик могут вполне обеспечить формирование всей галактики вокруг ядра.

Таким образом, мы приходим к представлениям, согласно которым галактика возникает в результате активности ее ядра. Это означает, что на первоначальном этапе эволюции ядра должны быть изолированными компактными объектами. Наблюдаем ли мы изолированные ядра? Возможно, что ими окажутся квазары или такие метагалактические объекты промежуточного типа, как компактные галактики, галактики с ультрафиолетовым избытком. Конечно, проблема очень и очень сложная. Достаточно вспомнить, что светимость многих квазизвездных объектов часто превосходит светимость

«Взрывающаяся галактика» М 82

самых ярких галактик и тем более их ядер. Кроме того, в отличие от галактик, образующих скопления, квазары не обнаруживают тенденции к скучиванию. Эти различия между квазизвездными объектами и обычными ядрами галактик, возможно, могут найти объяснение и в рамках представления о том, что квазизвездный объект является начальной фазой развития галактики. Однако должна быть внимательно изучена и другая возможность, указанная профессором Б. А. Воронцовым-Вельяминовым: по крайней мере квазары высокой светимости представляют собой не протогалактики, а, так сказать, протоскопления галактик. Поэтому образованию галактик возможно предшествует фаза фрагментации квазизвездного объекта. Пока несомненно лишь только одно: наблюдаемая дискретная структура Метагалактики требует своего объяснения в рамках механизма возникновения галактик.

Сейчас происходит быстрое накопление новых наблюдательных данных и вскрываются все новые эмпирические закономерности, относящиеся к процессам, происходящим в Метагалактике. Их исследование, несомненно, поможет преодолеть возникшие трудности и найти разрешение создавшейся в нашей науке критической ситуации. Можно думать, что окончательное решение будет в пользу представления о возникновении галактик из ядер и последовательной фрагментации, приведшей к образованию сверхскоплений, скоплений галактик, а затем отдельных галактик. Но едва ли окончательная теория сведется только к этой картине. Подобно тому как теория Коперника была уточнена в работах Кеплера и круговые движения были заменены эллиптическими, та из упомянутых выше двух противоположных друг другу картин, которая окажется правильной, должна будет пройти процесс существенных уточнений и нововведений. Это в свою очередь поможет найти более фундаментальные законы, лежащие в основе космогонических процессов.

Астрономия — древнейшая из наук. В течение тысячелетий она занималась одними и теми же объектами — планетами, их спутниками, звездами, кометами и метеорами, а также системами этих объектов. Лишь в последние два десятилетия открыты новые, существенно иные объекты: ядра галактик, квазары, пульсары, рентгеновские источники. Многие из этих объектов нестационарны. В их исследовании начинают играть все большую роль методы внеатмосферной астрономии, применение спутников и космических станций. Астрономические исследования распространяются на огромные объемы Вселенной, а сами исследования приобретают все более глубокий характер. Вскрываются все более глубокие тайны природы.

Великий польский ученый проложил путь, приведший к замечательным по своей плодотворности результатам. Человечество еще долго будет пользоваться плодами его бессмертного труда.

Поэтому в Копернике мы видим пример для каждого ученого. Мы указываем молодежи на это удивительное сочетание трудового героизма, гениальной интуиции и научной добросовестности. Всем этим Коперник особенно близок нам, гражданам нового общества, основанного на труде, на принципах науки и подлинного гуманизма. Идеи Коперника освещают новые пути к решению грандиозных проблем современного точного естествознания.

АСТРОНОМИЯ

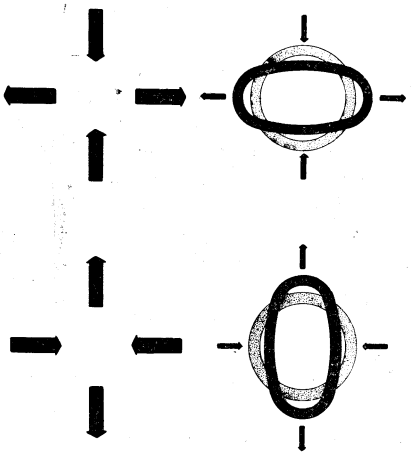
Кандидат физико-математических наук
В. Н. РУДЕНКО

Гравитационные антенны

Гравитационное излучение — одна из интереснейших и волнующих проблем современной физики и астрофизики. Предсказанные в 1916 году Эйнштейном гравитационные волны долгие годы были лишь предметом теоретических дискуссий. Этот период уже позади. Открытия гравитационных волн научный мир ждет в ближайшие десять — двадцать лет. Каждую новую экспериментальную работу встречают с надеждой и... осторожностью — желание открыть гравитационные волны слишком велико!

За последние два года не раз появлялись сообщения о непонятных эффектах, возможно, вызванных гравитационным излучением. Так, на траектории полета к Марсу автоматические станции «Маринер-6» и «Маринер-7» неожиданно резко изменили свои скорости; по времени этот момент совпал с сигналом, зарегистрированным гравитационными антеннами Вебера. Наблюдения за сейсмическими колебаниями земли в Калифорнии показали относительно высокую интенсивность именно тех типов колебаний, которые могли бы возбудиться волнами из Космоса. Наконец, в спектре колебаний чувствительного сейсмометра (на Синайском полуострове) был обнаружен «пик» на частоте, весьма точно совпадающей с частотой гравитационного излучения одного из ближайших пульсаров... К сожалению, ни один из этих фактов не выдержал критики.

Задача обнаружения гравитационных волн оказалась не менее сложной, чем вопросы теории гравитационного излучения. И все же «проблема гравитационных волн» сегодня — это экспериментальная наука.



Силы, действующие в плоскости, перпендикулярной распространению гравитационной волны. Через интервал времени, равный половине периода гравитационной волны, горизонтальное растяжение сменится сжатием, а вертикальное сжатие — растяжением. Справа показаны деформации обода под действием этих сил

ЧТО ТАКОЕ «ГРАВИТАЦИОННЫЕ ВОЛНЫ»?

Гравитационные волны, подобно электромагнитным, могут существовать самостоятельно: они распространяются в пустоте, в отрыве от масс, которые их породили. Это точка зрения большинства современных теорий гравитации. Отличие одной теории от другой обычно сказывается лишь на характере внутренней структуры гравитационной волны. Исторически же понятие гравитационного излучения возникло вместе с общей теорией относительности Эйнштейна.

Согласно общей теории относительности, гравитационные волны — поперечные. Распространяясь в пространстве, они создают сложную конфигурацию поля тяготения в плоскости, перпендикулярной направлению волны. Что происходит с материальной средой, когда на нее падает плоская гравитационная волна? Оказывается, по двум взаимно перпендикулярным направлениям среда подвергается сжатию (растяжению) и испытывает вращающий момент по остальным направлениям. Величина этих сил колеблется во времени с частотой гравитационной волны. Так, через половину периода вертикальное растяжение сменится сжатием, и наоборот, горизонтальное сжатие — растяжением. Та же картина наблюдается в любой точке плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны. Это означает, что в гравитационной волне нет выделенного центра, выделяются лишь характерные направления сил; причем, величина относительных сжимающих (или растягивающих) сил для двух произвольно выбранных точек пропорциональна расстоянию между этими точками. Теория Эйнштейна предсказывает, что волны, обладающие такой структурой, должны излучаться системой масс, положение которых относительно друг друга изменяется. Энергия самой системы будет убывать, расходуясь на гравитационное излучение. Теоретически все это известно давно и подробно, но из-за слабости гравитационного взаимодействия волны тяготения до сих пор, спустя

50 лет после их предсказания, надежно не обнаружены.

ГДЕ ИСКАТЬ — НА ЗЕМЛЕ ИЛИ В КОСМОСЕ?

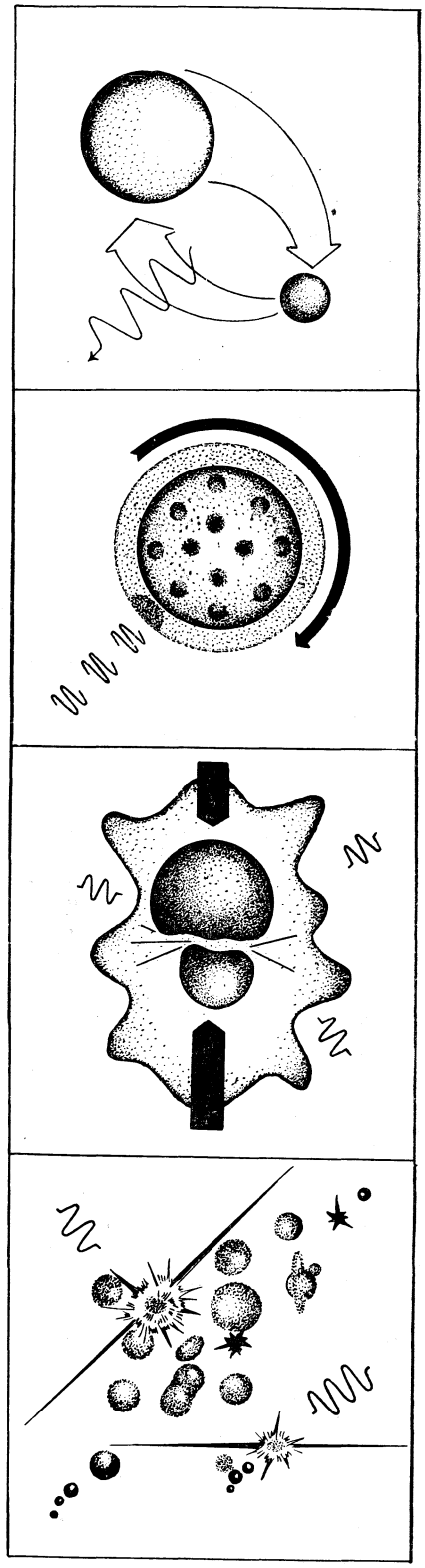
Достаточно интенсивных источников гравитационного излучения в земных условиях пока не удалось найти даже теоретически. Дело в том, что мощность W, излучаемая любым материальным колеблющимся источником, пропорциональна квадрату его массы M, шестой степени частоты ω, гравитационной постоянной G и обратно пропорциональна пятой степени скорости света c:

$$W \sim (G/c^5)M^2\omega^6.$$

Множитель G/c^5 чрезвычайно мал, в системе единиц СГС он равен $3 \cdot 10^{-60}$. Компенсировать его двумя оставшимися параметрами не удается, потому что высокая частота колебаний технически может быть реализована лишь для малых масс, большие массы допускают только медленные колебания при значительной амплитуде. Самые оптимистические модели земных гравитационных излучателей характеризуются мощностью, не превышающей 10^{-13} эрг/сек (или 10^{-20} вт), что находится далеко за порогом возможностей регистрации. Поэтому надежды большинства экспериментаторов, пытающихся обнаружить гравитационное излучение, связаны с внеземными источниками, которые могут оказаться мощными *.

С точки зрения интенсивности и характера излучения гравитационных волн космические объекты удобно разделить на две группы. В первую входят источники непрерывного излучения низкой частоты, до десятков герц (десять полных колебаний за 1 секунду). Мощность их излучения, попадающего в приемник на Земле, невелика, но зато, как правило, точно известны частота и фаза излучения, а также положение источников на небе, что сильно облегчает задачу приема. К этой группе относятся двойные звезды и пульсары.

Вращение компонентов двойной звезды вокруг общего центра масс сопровождается излучением гравитационных волн на частоте, вдвое превосходящей частоту вращения. Близкие к нам двойные звезды испускают волны с периодом больше часа. Их мощность, приходящаяся на 1 см^2 земной поверхности, в лучшем случае может составить



Один из источников гравитационного излучения в Космосе — двойные звезды. При вращении компонентов двойной звезды вокруг общего центра масс с частотой ω испускаются гравитационные волны частоты 2ω

Гравитационные волны могут излучать и пульсары — вращающиеся нейтронные звезды

Столкновения нейтронных и других массивных звезд порождают короткие импульсы гравитационного излучения

Скопление нейтронных звезд в центре Галактики, по-видимому, окажется весьма мощным источником гравитационных волн

* В. Б. Брагинский. Гравитационные волны и попытки их обнаружения. «Земля и Вселенная», № 5, 1965 г. (Прим. ред.)

10^{-10} эрг/сек. Если сложить излучение, которое исходит от всех двойных звезд нашей Галактики, имеющих одинаковый период вращения, то окажется, что максимальная суммарная мощность соответствует звездам с периодом 4—8 часов, период гравитационной волны будет 2—4 часа. Эта максимальная мощность равна примерно 10^{-7} эрг/сек на 1 см^2 земной поверхности.

Пульсары излучают гравитационные волны на частотах от единиц до десятков герц. Ожидается, что на Земле поток их гравитационной энергии составит в среднем 10^{-11} — 10^{-15} эрг/сек·см^2. Верхний предел, на который можно рассчитывать, это — 10^{-6} эрг/сек·см^2.

Вторая группа — импульсные источники с частотой до 10^4 гц. Это значительно более мощные излучатели, но, к сожалению, заранее невозможно точно указать их частоту и пространственно-временные координаты. Обычно предполагается, что импульсный источник находится в центре Галактики. Это может быть скопление нейтронных звезд — объектов очень высокой плотности, порядка ядерной. Несимметричные собственные колебания таких звезд сопровождаются гравитационным излучением на частоте 10^3 гц. Колебания могут возникнуть, например, в момент рождения нейтронной звезды. Правда, колебания быстро затухают. Но за время порядка 1 секунды плотность энергии на поверхности Земли составит около 10^6 эрг/см^2.

Столкновения массивных космических тел в центре Галактики также могут сопровождаться коротким всплеском гравитационного излучения длительностью меньше 1 секунды. Спектр излучаемых частот весьма широк и зависит от характера столкновения. Возможны как лобовое столкновение, так и более сложные траектории тел при их сближении. В любом случае, однако, плотность энергии на частоте 10^3 гц не превзойдет на поверхности Земли величины 10^4 эрг/см^2.

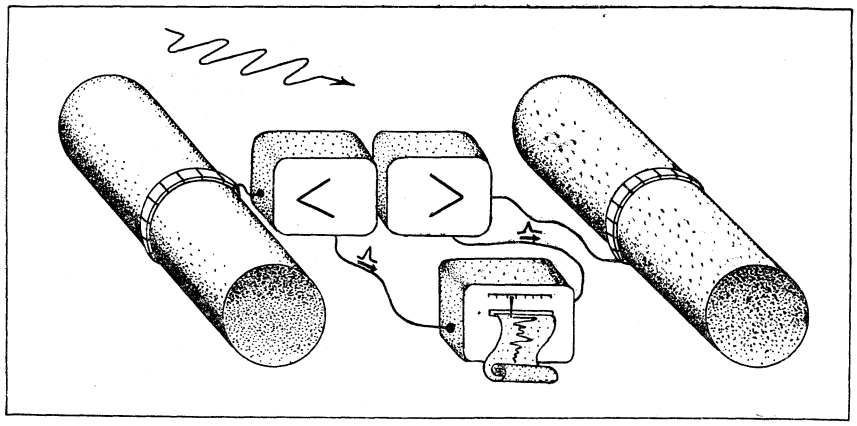
Таким образом, по мощности излучения, приходящего на Землю, источники первой и второй групп различаются в среднем на 15 порядков! Естественно, что экспериментаторы в первую очередь стремятся обнаружить излучение именно импульсных источников. К сожалению, оптимальные методы приема, обеспечивающие наилучшее выделение сигнала из шума, здесь применить не удается. Ведь для этого нужна предварительная информация о сигнале. А ее практически нет в силу случайного характера источников второй группы. Единственное, что можно оценить, это верхнюю границу частоты следования импульсов.

Действительно, зная массу ядра Галактики и возраст Вселенной, несложно определить максимальную допустимую частоту появления всплесков гравитационного излучения с заданной энергией. Частота не может превысить критического значения, при котором расход энергии становится слишком велик, чтобы удовлетворить известному возрасту и массе ядра Галактики. В результате оказывается, что частота всплесков с интенсивностью 10^6 эрг/сек·см^2 не выше, чем один импульс в 25 лет! Чтобы частота составила по крайней мере одно событие в день, нужно снизить интенсивность импульса до 10^2 эрг/сек·см^2. Чем сильнее всплеск, тем реже он встречается и тем дольше приходится наблюдателю ждать, чтобы отметить такой импульс. Приведенные оценки позволяют указать время наблюдения в зависимости от чувствительности приемника и подобрать разумное соотношение между этими главными характеристиками эксперимента.

ОТ ПЕРВЫХ УСПЕХОВ К ПЕРВЫМ СОМНЕНИЯМ

Обнаружить гравитационную волну, как и электромагнитную, можно по движению пробных масс (зарядов), попадающих в ее поле. Однако создать чувствительный приемник трудно. Во-первых, мала гравитационная постоянная, всего $6{,}7 \cdot 10^{-8}$ СГС. Во-вторых, при обнаружении электромагнитной волны рост абсолютной величины пробного заряда увеличивал бы силу, действующую со стороны волны на заряд. Соответственно увеличилось бы ускорение заряда и чувствительность обнаружения возрастала бы. Для гравитационной волны и гравитационного заряда (массы) такой возможности не существует: в поле тяготения и большая и маленькая массы движутся с одним и тем же ускорением по одним и тем же траекториям.

Первый приемник гравитационного излучения был предложен и реализован профессором Дж. Вебером (США). Принцип приемника чрезвычайно прост. Представим себе твердое тело, например цилиндр.



Гармоническая гравитационная волна будет индуцировать в этом цилиндре относительные напряжения, колеблющиеся с частотой гравитационной волны. В цилиндре возникнет упругая волна, по величине которой можно судить об интенсивности гравитационного излучения. Чем больше масса и длина цилиндра, тем чувствительнее приемник. Длина определяется частотой принимаемой гравитационной волны, ведь от длины цилиндра зависит частота его собственных упругих колебаний. Чтобы упругие колебания хорошо возбуждались гравитационной волной, нужно выполнить условие резонанса (частóты упругих колебаний и гравитационной волны должны совпадать).

Вебер сделал цилиндр из алюминия (как немагнитного материала) и, рассчитывая на частоту $1{,}6 \cdot 10^3$ гц, выбрал длину 1,5 м. Масса цилиндра составила 1,5 т (диаметр 0,7 м). Для регистрации колебаний цилиндра на его поверхности были укреплены пьезодатчики. Они преобразовывали механические колебания в электрический сигнал, который в дальнейшем усиливался и измерялся. Чувствительность такой гравитационной антенны зависит от уровня собственных броуновских шумов цилиндра. У цилиндра Вебера при комнатной температуре чувствительность по амплитуде колебаний составила величину, близкую к $3 \cdot 10^{-14}$ см. (Регистрация столь малых амплитуд уже сама по себе рекорд!) Наблюдая в течение 1 секунды, экспериментатор мог бы на такой антенне заметить импульс гравитационного излучения с плотностью энергии около 10^6 эрг/см^2 и больше. Таким образом, возможности первого приемника космического гравитационного излучения находились на пределе допустимого.

■

Схема опыта Вебера. Гравитационная волна одновременно возбуждает колебания антенн — цилиндров, сделанных из алюминия. Эти колебания регистрируются датчиками, охватывающими каждую антенну. С датчиков электрический сигнал поступает на схему совпадений. Если воздействия на антенны одновременные, то схема совпадений срабатывает и выдает импульс, фиксирующий появление сигнала

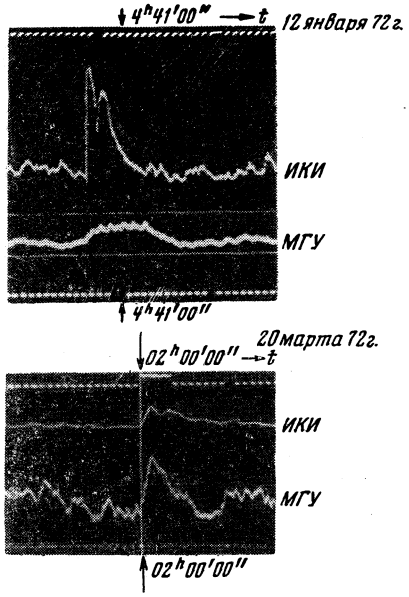
Как доказать, что отклик антенны вызван именно гравитационной волной, а не любой внешней или внутренней силой негравитационной природы? Конечно, антенна помещается в вакуум, тщательно изолируется от сейсмических воздействий, сопровождается рядом контрольных приборов, чувствительных к магнитным возмущениям, к потокам заряженных частиц и так далее. Тем не менее создать идеальную изоляцию невозможно. Единственное, что позволяет повысить определенность в оценке природы сигналов гравитационной антенны, это — одновременный прием на двух сильно удаленных друг от друга антеннах. Если обе антенны в одно и то же время зарегистрируют сигнал, то можно с бóльшей вероятностью утверждать, что появление сигнала вызвано гравитационной волной.

Первые опыты Вебера, поставленные на двух антеннах, которые располагались на расстоянии 1000 км друг от друга, дали результат, воспринятый поначалу сенсационно: совпадения были зарегистрированы! Амплитуда совпадающих всплесков по интенсивности почти на порядок превышала пороговое значение 10^6 эрг/сек·см^2. Частота совпадений — в среднем 1—2 раза в сутки. Причем, если сигнал с одной из антенн искусственно задерживался на некоторое время перед тем как проводилось сравнение с показаниями второй антенны, число наблюдаемых совпадений сокращалось. Это доказывает, что совпадения не случайны. И все-таки принимать всплески, обнаруженные Вебером, за гравитационные волны нельзя: слишком велика энергия этого излучения — импульсы идут часто, амплитуда их большая. Достаточно удовлетворительной интерпретации результатов эксперимента Вебера до сих пор нет.

Поиски гравитационного излучения на антеннах с параметрами, близкими к параметрам антенн Вебера, были проведены под руководством профессора В. Б. Брагинского в совместном эксперименте Московского государственного университета (МГУ) и Института космических исследований Академии наук СССР (ИКИ). Советские ученые вводили дополнительное условие для отбора совпадающих всплесков. Совпадения у Вебера фиксировались автоматиче-

ски ЭВМ, если происходило одновременное пересечение выбранного порогового уровня. Но форма самого всплеска не принималась во внимание. А она могла быть различной. Например, на первой антенне уровень мог быть превзойден за счет медленного нарастания амплитуды, которое началось задолго до момента пересечения; на второй же антенне — при мгновенном возрастании амплитуды. Установка Вебера относила подобное событие к общему числу совпадений. В эксперименте советских ученых такое событие отбрасывалось; отбирались только совпадения, в которых участвовали импульсы с крутым фронтом (не более 2 секунд), что соответствует реакции антенны на всплеск излучения от импульсных источников. Советские экспериментаторы не обнаружили совпадений таких, как у Вебера, на уровне интенсивности 10^7 эрг/сек·см^2. Это не противоречит и теоретическим предсказаниям, согласно которым столь мощные всплески невозможны.

Каковы перспективы у гравитационных антенн веберовского типа? Ясно, что существующего уровня чувствительности (10^6 — 10^7) эрг/сек·см^2 недостаточно для надежного обнаружения импульсных источников. Чувствительность такой антенны I_{min} пропорциональна абсолютной температуре антенны T, обратно пропорциональна ее массе M и времени релаксации τ (то есть времени затухания колебаний антенны): $I_{min} \sim T/M\tau$. Повысить чувствительность при сохранении размеров антенны можно, снижая температуру и увеличивая массу антенны. Такой путь выбран несколькими экспериментальными группами в США. В Стенфордском университете, например, планируется достичь температуры $10^{-3°}$ K при массе антенны $3 \cdot 10^6$ г, что позволит выйти на уровень чувствительности нескольких единиц эргов в секунду на 1 см^2. Другой путь, не связанный с дорогостоящим и громоздким низкотемпературным оборудованием, выбрала группа МГУ — ИКИ. Предполагается делать антенны из материалов с малыми внутренними потерями, то есть с большим временем релаксации. Используя диэлектрические материалы для гравитационной антенны, можно увеличить чувствительность до 10^2 эрг/сек·см^2. Таким образом, детекторы, предложенные Вебером, в ближайшие годы, по-видимому, значительно усовершенствуются и надежный ответ на вопрос об импульсных источниках гравитационного излучения будет получен.



■

Запись совпадающих колебаний с гравитационных антенн. Поскольку форма и амплитуды совпадающих импульсов сильно различаются, нет оснований считать, что эти импульсы вызваны гравитационной волной

■

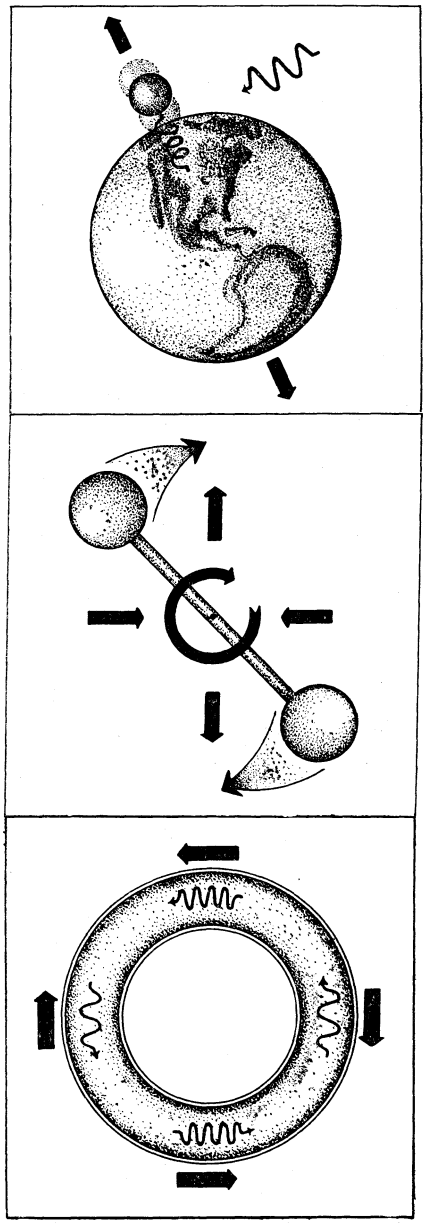
Такой должна быть запись колебаний антенн, если эти колебания связаны с гравитационным излучением. Различная амплитуда импульсов объясняется различной чувствительностью антенн

ПЛАНЫ И НАДЕЖДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАТОРОВ

Антенны, предназначенные для обнаружения источников непрерывного гравитационного излучения, находятся еще в стадии разработок. Были лишь попытки реализации проекта Ф. Дайсона (США). Он предложил регистрировать гравитационное излучение пульсаров по упругим колебаниям земной коры. Если на поверхности Земли установить сейсмограф (в простейшем случае это — небольшая масса на мягкой пружинке), то в поле гравитационной волны масса сейсмографа будет периодически смещаться по отношению к земной коре. Гравитационная волна от пульсаров в лучшем случае имеет интенсивность 10^{-6} эрг/сек·см^2. Эта волна сместит массу сейсмографа относительно земной коры на 10^{-16} см. В то же время собственная «дрожь» сейсмографа из-за сейсмических колебаний Земли составляет 10^{-7} см в полосе частот 1 гц. Даже при очень длительном интервале наблюдения (около года) на этом фоне можно было бы заметить амплитуду смещений 10^{-11} см. Таким образом, лишь в случае открытия достаточно близких пульсаров (ближе 30 пс) удастся обнаружить их гравитационное излучение таким способом. В США проведены предва-

рительные измерения на большой сейсмической антенне. Не зарегистрированы колебания Земли, отвечающие излучению известных пульсаров, на уровне 10^{-9} см.

Расскажем еще о двух весьма оригинальных гравитационных антеннах. Одну из них — гетеродинную ротационную антенну — предложили академик Я. Б. Зельдович и профессор В. Б. Брагинский. Представим себе гантель, которая вращается вокруг оси, проходящей через центр гантели перпендикулярно плоскости вращения. Пусть вдоль этой оси на гантель падает плоская гравитационная волна. В поле гравитационной волны гантель будет испытывать вращающий момент. Если зафиксировать мгновенную картину поля волны, то знак вращающего момента будет меняться 4 раза за один оборот гантели. В результате угловая скорость вращения гантели не изменится: ускорение полностью компенсируется на замедленных участках. Однако, если угловая скорость вращения гантели вдвое меньше частоты гравитационной волны, то на гантель все время действует постоянная ускоряющая сила (или замедляющая, в зависимости от начального положения гантели). Гантель будет ускорять (или замедлять) свое вращение. Практически удобно иметь две скрещенные гантели, повернутые относительно друг друга на $\frac{\pi}{2}$, и наблюдать их сближение. Расчеты показывают, что при благоприятных условиях таким приемником на частоте 30 гц (пульсар в Крабовидной туманности) можно зарегистрировать волну интенсивностью 10^{-6} эрг/сек·см^2 за время наблюдения около 10^4 секунды. Особенно удобно было бы использовать ротационную антенну в космических условиях, где не надо постоянно затрачивать энергию на поддержание вращения гантели: в отсутствии трения она будет сохранять свой начальный вращающийся момент. Это — низкочастотный вариант приемника, ибо угловая скорость вращения гантели ограничена сверху центробежными напряжениями. Предварительная информация о частоте волны обязательна, поэтому такой приемник предназначается для регистрации излучения от двойных звезд и пульсаров.



■

Сейсмограф вместе с Землей представляет своеобразную гравитационную антенну. Гравитационная волна вызовет колебания сейсмографа относительно Земли, и эти колебания зарегистрирует прибор

■

Ротационная гравитационная антенна. Если угловая скорость вращения гантели вдвое меньше частоты гравитационной волны, то гантель будет ускорять свое вращение. Если ускорение вращения удастся заметить, это будет означать, что гравитационное излучение обнаружено

■

Фотонная гравитационная антенна. В кольцевом лазере бегут по кругу четыре коротких электромагнитных волны. Для двух из них направление ускорения в поле гравитационной волны совпадает с направлением движения. Эти фотоны будут увеличивать свою частоту. Две других электромагнитных волны, для которых направления движения и ускорения противоположны, уменьшат свою частоту. Обнаружение этого эффекта будет означать регистрацию гравитационного излучения

Внимательное изучение особенностей ротационного приемника привело к новому, качественно отличному варианту антенны, пригодной для работы с высокочастотными волнами. Эту антенну разработали профессор В. Б. Брагинский и кандидат физико-математических наук М. Б. Менский. Пусть на месте пробных масс, составляющих гантели, будут фотоны. Гравитационная волна должна бы, если выполняются условия синхронизма, ускорять фотоны. Но последние летят со скоростью света — максимально возможной в природе. Следовательно, увеличить свою скорость фотоны не могут. Рост их энергии сопровождается лишь изменением частоты электромагнитного излучения. Регистрация этого эффекта будет означать обнаружение гравитационной волны. Такой детектор представляется на сегодняшний день одним из наиболее чувствительных. Однако астрофизика пока не может назвать объекты, излучающие высокочастотные гравитационные волны.

Заканчивая краткий обзор проблемы экспериментальной регистрации гравитационных волн, еще раз подчеркнем ее остроту и немалые усилия ученых, уже затраченные на ее решение. Трудно предсказать сейчас следствия, которые будут проистекать из факта обнаружения гравитационного излучения. Несомненно одно: это создаст предпосылки для освоения нового канала астрофизической информации, откроет новые возможности для проверки теории относительности.

Рисунки В. Панова

ДЕЙТЕРИЙ ВО ВСЕЛЕННОЙ

Долгое время один из тяжелых изотопов водорода — дейтерий (D) не наблюдался нигде, кроме Земли. На Земле на один атом дейтерия приходится 10 000 атомов водорода. И вот недавно американские радиоастрономы определили содержание дейтерия в межзвездной среде. Исследуя радиоизлучение межзвездных молекул DCH и HCN, они установили, что на каждый атом дейтерия в Космосе приходится только 200 атомов водорода. Такое же соотношение получено и при измерении с американского искусственного спутника «Коперник». Эти результаты озадачили астрофизиков. Попробуем понять почему.

Сейчас не подлежит сомнению, что эволюция Вселенной сопровождается изменением ее химического состава. Химия и история Вселенной неразрывно связаны. Где и когда менялся химический состав?

На ранней стадии расширения Вселенной, когда плотность и температура вещества были огромны, ядерные превращения протекали интенсивно. Тогда и был заложен фундамент современного химического состава. В дальнейшем основными поставщиками химических элементов, особенно тяжелых, становятся звезды и ядра галактик. Если количество дейтерия на Земле можно объяснить формированием его на ранней стадии расширения Вселенной, то чтобы объяснить высокое содержание дейтерия в межзвездной среде, приходится допустить слишком малую среднюю плотность вещества во Вселенной. Но даже приняв (с большой натяжкой) такое объяснение, невозможно представить, что первозданный дейтерий сохранился до наших дней. Дейтерий — хорошее ядерное горючее, и если межзвездный газ целиком прошел звездную стадию, а это, по-видимому, так, то почти весь дейтерий должен был сгореть в ядерных реакциях. Как же воспроизводится дейтерий в Космосе?

Ф. Хойл и В. Фаулер считают, что дейтерий может образовываться в ударных волнах при вспышках Сверхновых звезд и при взрывах в ядрах галактик. Возникает дейтерий и при расщеплении ускоренных ядер гелия, когда они сталкиваются друг с другом, либо в результате захвата протоном нейтрона, образующегося при разлете ядер гелия.

«Nature», **241**, *5389*, 1973.

ПУЛЬСИРУЕТ ЛИ ИЗЛУЧЕНИЕ ЗВЕЗДЫ HZ ГЕРКУЛЕСА?

Как известно, переменный рентгеновский источник в созвездии Геркулеса отождествлен со звездой HZ Геркулеса. В оптическом и рентгеновском диапазонах были обнаружены колебания блеска, период которых около 1,7 суток. Эти колебания вызваны обращением рентгеновской компоненты вокруг оптической звезды. Однако рентгеновский источник обладает еще одной особенностью: излучение его пульсирует с периодом 1,23782 секунды. Были предприняты попытки отыскать такой же период и в изменениях блеска звезды HZ Геркулеса.

Первым об открытии пульсаций в оптике сообщил Дэвидсен. В распоряжении других наблюдателей была менее чувствительная аппаратура, и обнаружить модуляцию блеска звезды они не смогли. Наконец, Грот и Нельсон провели более точные наблюдения HZ Геркулеса. Чувствительность их аппаратуры позволяла обнаружить модуляции блеска звезды с точностью до 0,1%. Однако пульсации блеска не были зарегистрированы. Вопрос о том, пульсирует ли излучение видимой компоненты рентгеновского источника Геркулеса XR-1 с периодом около 1,24 секунды остается открытым.

«Astrophysical Journal», **178**, 15 декабря 1972.

Кандидат геолого-минералогических наук
А. В. ИВАНОВ

Лунный реголит

За время, прошедшее после возвращения на Землю «Луны-16» и «Луны-20», ученые тщательно и всесторонне выполнили анализ образцов лунных пород. Каковы же современные представления о поверхностном покрове Луны?

В последние годы геология, зародившаяся и развивавшаяся как наука о Земле, получила новый объект для исследования — Луну, ближайшее к нам небесное тело. Первые общие представления о геологии Луны дали наземные астрономические наблюдения еще до начала полетов в космос. Эксперименты на автоматических космических аппаратах и пилотируемых космических кораблях предопределили качественный скачок в познании геологии Луны. Возникли новые отрасли науки — «лунная петрология», «лунная геохимия» и другие.

В настоящее время геологи обладают образцами пород из восьми различных районов Луны. Образцы доставлены советскими автоматическими станциями «Луна-16», «Луна-20» и американскими космическими экспедициями. Пробы, взятые на видимой стороне Луны, характеризуют морские и материковые районы нашего естественного спутника.

Геологи с интересом изучают образцы лунного вещества, отобранного станциями «Луна-16» и «Луна-20». Это вещество было добыто в пунктах, отстоящих друг от друга на относительно небольшое расстояние (около 120 км),— в Море Изобилия и к северу от него, в материковом районе. Сравнение образцов вещества из соседних районов Луны, резко отличающихся по своему геологическому строению, дает ценную дополнительную информацию как о процессах формирования основных типов геологических структур, так и о характере экзогенных процессов, происходящих на поверхности в обоих районах.

РЕГОЛИТ УСТИЛАЕТ ПОВЕРХНОСТЬ ЛУНЫ

Мощность слоя реголита — рыхлого обломочного материала — на разных участках Луны колеблется от долей метра в крупных свежих кратерах до 10 м (а по некоторым оценкам, и более) в материковых районах. Средняя мощность реголита в морях составляет около 3 м. Глубже реголит постепенно переходит в коренные породы.

Реголит сильно перемешан по площади и глубине. Это его характерная особенность. Материал как бы усреднен. Отобрав пробу в одной точке, можно в известной степени судить о составе окружающего района.

Образцы реголита, взятые из разных районов Луны, заметно различаются по цвету. Так, морской реголит, например, из Моря Изобилия имеет густую темно-серую, почти черную окраску, а материковый реголит, доставленный «Луной-20», более светлый, пепельно-серый.

Объемный вес образцов реголита из морского («Луна-16») и материкового («Луна-20») районов при свободном насыпании оказался практически идентичным и равным примерно 1,1—1,2 г/см^3. Такие значения, полученные в лабораторных экспериментах, в общем хорошо согласуются с данными прямых определений на поверхности Луны, которые передали автоматические аппараты «Луна-13» (СССР) и «Сервейер» (США). Плотность реголита значительно ниже плотности лунных коренных пород — около 3,4 г/см^3 в морях и около 3,0 г/см^3 на материке. Величины плотности поверхностного слоя свидетельствуют о его весьма рыхлой структуре и значительной пористости, что обусловлено, по-видимому, в первую очередь сложной формой частиц реголита, а также заметной их электризацией.

Важно знать содержание в реголите разных по величине фракций, то есть его гранулометрический состав. Эти сведения помогут понять происхождение поверхностного слоя Луны. Сравним образцы, отобранные «Луной-16» и «Луной-20». В пробах примерно одинаков максимальный размер частиц — несколько менее 1 см. Одинаков у них и средний размер частиц. Однако в материковом реголите по сравнению с морским заметно больше крупных частиц. Их содержание увеличивается с глубиной. Так, в верхней части колонки материкового реголита частиц крупнее 0,45 мм оказалось 11,5%, а в нижней — 27,3%. Для колонки морского реголита соответствующие величины равны 6,3 и 18,3%. А длина колонки, извлеченной «Луной-20», меньше колонки, добытой «Луной-16». Весьма вероятно, что изученный образец материкового реголита относительно меньше переработан.

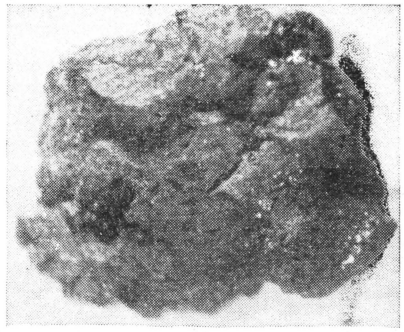
ИЗ ЧЕГО СЛОЖЕН РЕГОЛИТ

Частицы реголита могут быть разделены на две основные группы. Первая — обломки коренных лунных пород магматического типа и их минералов, другая — вторичные частицы, сильно измененные и переработанные под действием процессов на поверхности Луны.

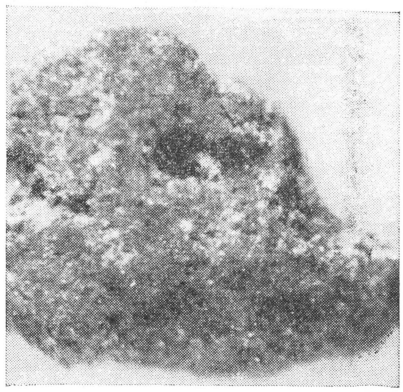
В образце из Моря Изобилия, доставленном «Луной-16», первая группа представлена преимущественно фрагментами пород базальтового типа и их минералами*. Среди пород выделяются две разновидности, которые соответствуют различным условиям застывания базальтовой магмы,— мелкозернистые базальты и крупнозернистые породы типа микрогаббро. Мелкозернистые базальты представляют собой свежие плотные обломки темно-серого цвета. Основные породообразующие минералы первой группы — плагиоклазы, пироксены, ильменит и оливин. В заметных количествах присутствует стекло.

Крупнозернистые разности состоят из тех же породообразующих минералов. Количественные соотношения минералов заметно варьируют в различных фрагментах. Это сказывается, помимо прочего, на их окраске, которая принимает светлые желтовато-розовые тона. В более мелких фракциях морского реголита значительная доля первичных частиц представлена породообразующими минералами в виде отдельных зерен.

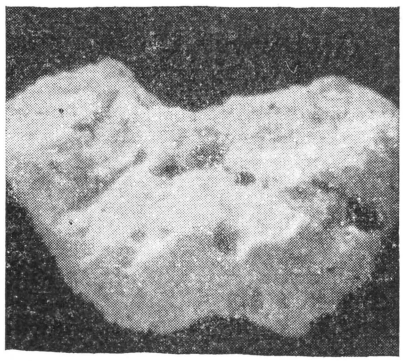
Образец материкового реголита отличается тем, что коренные лунные породы (первая группа) присутствуют в нем в виде пород анортозитового типа, сложенных, главным образом, плагиоклазами основного состава. Они содержат также пироксены, причем преобладают ромбические (в отличие от морских пород, где больше моноклинных пироксенов), оливин и шпинель. Ильменит — важнейший породообразующий минерал Моря Изобилия и других исследованных морских районов Луны — встречается редко. Породы анортозитового типа довольно разнообразны. У них, как правило, порфиро- и брекчиевидные структуры, которые свидетельствуют, что породы образовались неглубоко от поверхности и в ряде случаев претерпели значительные изменения.



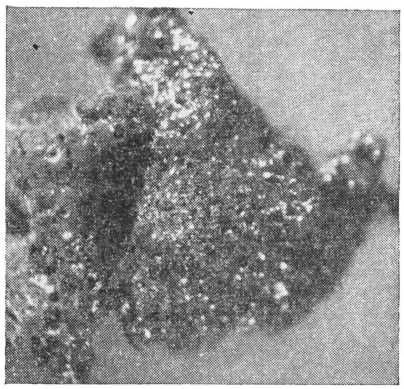
■ *Фрагмент черного мелкозернистого морского базальта из образца, отобранного «Луной-16». Размер около 3 мм*



■ *Частицы микрогаббро из Моря Изобилия. Размер около 5 мм. Видны круглые полости — следы газовых пузырей в застывающей магме*



■ *Осколок белой анортозитовой породы из образца материкового реголита, доставленного «Луной-20». Размер около 5 мм*



■ *Обломок шлака черного цвета из реголита, добытого «Луной-16». Таких частиц в морском реголите много, в материковом они встречаются значительно реже и окрашены в светлый цвет. Размер обломка 5 мм*

---

* А. П. Виноградов. О происхождении лунных пород. «Земля и Вселенная», № 3, 1970 г. (Прим. ред.)

Среди первичных пород материкового реголита выделяются неморские базальты, у которых наблюдаются формы, как бы постепенно переходящие в породы анортозитового типа. У последних — меньшее содержание цветных минералов и светлее окраска. В образце материкового реголита встречаются мономинеральные зерна, среди них (особенно в более крупных фракциях) преобладают, естественно, плагиоклазы.

Частицы коренных пород представлены в морском реголите морскими базальтами и микрогаббро, а в неморском — породами анортозитового типа и неморскими базальтами. Перечисленные породы характерны для конкретного структурного района Луны. Кроме этих пород, в подчиненном количестве встречаются фрагменты пород, типичных для сопредельного района. Так, в морском образце «Луны-16» присутствуют белые частицы, состоящие из мелкозернистого плагиоклаза основного состава, в образце «Луны-20» — фрагменты черного морского базальта и частицы микрогаббро.

ВЛИЯНИЕ КОСМОСА

Если фрагменты первичных пород рассказывают о процессах в лунных недрах, то вторичные частицы, видоизмененные или возникшие на лунной поверхности, служат индикаторами процессов экзогенной переработки коренных пород Луны. Состав и структура фрагментов первичных пород неодинаковы. Значит, процессы внутренней дифференциации Луны были очень сложными. Частицы вторичных, измененных пород из разных структурных районов, в общем, весьма сходны между собой. Они отличаются в основном лишь окраской, связанной с составом первичных пород, подвергшихся переработке (обломки материкового реголита заметно светлее). Следовательно, процессы экзогенного изменения пород имели сходный характер.

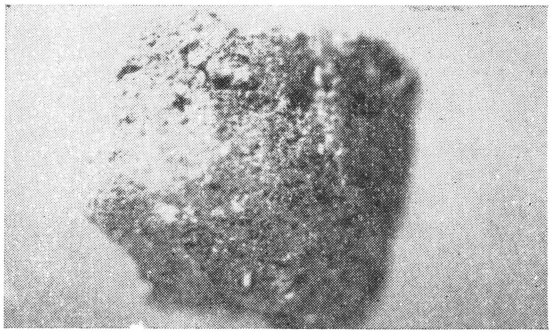
Вторичные частицы реголита представлены брекчиями, спекшимися и ошлакованными фрагментами и стеклом различного типа.

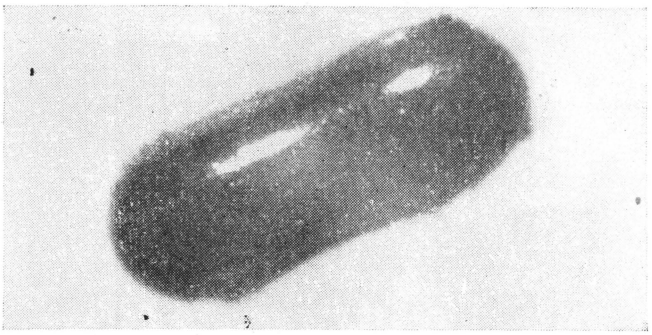
Брекчии образовались либо в результате уплотнения мелкораздробленного реголита, вероятно, под действием взрывных и других волн при мощных ударных явлениях, либо в процессе спекания раскаленных отложений, выброшенных из ударных кратеров. Среди брекчий встречаются и весьма плотные угловатые экземпляры, и переходящие в рыхлые, слабоуплотненные разности. Последние легко разрушаются незначительными механическими воздействиями. Рыхлое строение и окатанная форма брекчий, в общем, более характерны для частиц морского реголита.

Очень интересны спеки — одна из составляющих реголита. Эти вторично консолидированные агрегаты, сложенные спекшимися зернами реголита, отличаются ветвистой формой. В подавляющем большинстве агрегаты не имеют угловатых очертаний, периферические части их обычно оплавлены. Спеки образовались, возможно, из самого верхнего слоя грунта. Сложная форма спеков, несомненно, влияет на механические свойства грунта, в частности, обусловливает его низкую плотность, значительную уплотняемость и высокую слипаемость.

Вторичное стекло реголита, образовавшееся, в отличие от стекол базальтовых пород, при поверхностных процессах, а не во время застывания лунной магмы, встречается в нескольких формах. Во-первых, это пленки и корочки стекла на частицах различных типов. Другая разновидность — обломки стекол неправильной формы, представляющие собой фрагменты полностью переплавленных пород. Наконец, разнообразные стеклянные сферические образования. Очевидно, различные формы стекла соответствуют интенсивности процесса плавления. Многие частицы покрыты с одной стороны очень тонкой пленкой стеклянной глазури, цвет которой зависит от состава частицы. Такое одностороннее поверхностное остеклование и хорошая сохранность частицы в целом указывают, что происходил энергичный, но кратковременный односторонний нагрев ее. Стекло встречается чаще среди частиц более мелких размеров.

Важнейшую характеристику реголита дают количественные соотношения первичных и вторичных частиц. И эти соотношения в образцах, доставленных автоматическими станциями «Луна-16» и «Луна-20» из разных, хотя и близко расположенных структурных районов, значительно отличаются друг от друга. В образце морского реголита среди частиц крупнее 0,45 мм резко преобладают вторичные частицы, образовавшиеся на поверхности Луны (до 70%). Анализ материкового реголита показал обратное: первичные породы (части-





цы анортозитового типа и неморские базальты, а также их видоизмененные разности) составляют 50—70%.

Ударные воздействия выражаются не только в дроблении, оплавлении, переплавлении и уплотнении лунных пород. На поверхностях многих фрагментов лунного реголита наблюдаются многочисленные микрократеры разнообразнейших размеров. Плотность микрократеров гораздо выше на образцах из Моря Изобилия, чем из его северного материкового обрамления. Ударные воздействия нарушают кристаллическую структуру минералов, изменяют некоторые оптические свойства.

Луну постоянно бомбардируют метеориты. При падении метеорита происходит взрыв. Изменяется лунный грунт. Изменяются и метеориты. В большинстве случаев они испаряются и плавятся. Только небольшое число кусочков метеоритного железа и единичные фрагменты каменных метеоритов были обнаружены при исследовании образцов реголита.

Поверхностный слой Луны подвергается также непрерывному воздействию ядерных частиц разной природы, энергии и проникающей способности. Солнечный ветер, солнечные вспышки и космическое излучение способствуют образованию продуктов расщепления ядер некоторых элементов, например Na^{22}, Al^{26}, которые обнаружены в образцах реголита. Влияние Солнца и Космоса ответственно также за высокое содержание и необычный состав инертных газов реголита.

При исследовании частиц реголита было найдено, что плотность треков — следов проникновения тяжелых ядерных частиц в лунное вещество — для морского образца на несколько порядков выше, чем для материкового.

ХИМИЗМ РЕГОЛИТА

Химический состав реголита в значительной степени определяется химическим составом первичных пород района. Реголит из Моря Изобилия и других морских областей Луны отличается от материковых образцов значительно бо́льшим содержанием титана, железа, марганца и меньшим — алюминия и кальция. Такая особенность объясняется различием минералогического состава.

Содержание главных химических элементов в мелкой фракции образцов реголита

Компонент	Морской реголит в весовых процентах («Луна-16»)	Материковый реголит в весовых процентах («Луна-20»)
SiO_2	41,93	44,4
TiO_2	3,36	0,56
Al_2O_3	15,33	22,9
FeO	16,66	7,03
MnO	0,20	0,12
MgO	8,78	9,70
CaO	12,53	15,2
Na_2O	0,34	0,55
K_2O	0,10	0,10

Вместе с тем, сравнение составов реголита и первичных магматических пород позволяет выделить некоторые закономерности в химическом составе. Образцы морского реголита из разных районов Луны обогащаются алюминием, кальцием и обедняются титаном, железом, то есть в химический состав морских образцов, подобно минералогическому, входит примесь вещества лунных материков.

Химический состав мелкой фракции поверхностного слоя показывает также присутствие метеоритного вещества. Об этом говорит повышенное содержание никеля и некоторых других элементов. Количественные соотношения позволили американским исследователям сделать вывод, что в реголите лунных морей примесь метеоритного вещества типа углистых хондритов составляет примерно 1—2%.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Результаты исследования образцов из различных районов Луны не оставляют сомнений, что ведущая роль в дроблении, переработке и транспортировке материала при формировании реголита принадлежит ударно-взрывным явлениям, вызываемым метеоритным и микрометеоритным потоком. Пока нет доказательств, что в формировании реголита принимали участие вулканические процессы.

■ *Частица брекчии из морского реголита. Размер 3 мм. Заметно рыхлое строение. Видны белые включения инородного материала*

■ *Одна из характерных стеклянных частиц реголита (Море Изобилия). Размер около 0,5 мм*

Найдено немало закономерностей строения реголита. В частности, отмечается большая грубозернистость материала, меньшая распространенность брекчий и других вторичных частиц, меньшая плотность поверхностных дефектов и треков в образцах материкового реголита. Следовательно, материковый реголит проработан меньше, чем морской.

Возможно, что выявленные особенности имеют локальный характер и присущи только пробам из района посадки станции «Луна-20». Однако можно допустить, что они вообще характерны для материковых районов Луны и связаны с достаточно сложным, изрезанным рельефом. Следует ожидать направленного перемещения раздробленного материала с возвышенных участков в понижения рельефа. Транспортировка сокращает время воздействия космогенных факторов — метеоритной бомбардировки и космического облучения. На возвышенностях и склонах гор такое сокращение обусловлено сносом материала вниз, а в депрессиях — захоронениями новых порций поступающего вещества. Равнинный характер рельефа лунных морей в принципе исключает направленное перемещение материала. Разница в рельефе может, таким образом, способствовать образованию более зрелого реголита в лунных морях, которые по абсолютному возрасту значительно моложе материковых районов.

Первые годы изучения лунного вещества выявили сложную природу поверхностного слоя Луны. Впереди — новые исследования процессов, формирующих реголит.

ИНФОРМАЦИЯ

«ЛУНОХОД-2»: ДЕНЬ ЧЕТВЕРТЫЙ

8 апреля в кратере Лемонье наступило утро. Все системы и агрегаты советского самоходного аппарата «Луноход-2» после третьей лунной ночи были готовы к дальнейшей работе. 10 апреля «Луноход-2» начал движение в направлении крупного тектонического разлома, пересекающего в меридиональном направлении восточную часть кратера Лемонье.

Движение самоходного аппарата проходило в трудных условиях. Трасса пролегла среди россыпей камней размерами до двух-трех метров и множества кратеров.

Во время остановок лунохода проводился детальный осмотр разлома с помощью телевизионных камер и выполнялась телескопическая съемка его склонов и дна. Плоское дно разлома, как и лунная поверхность вблизи его склонов, покрыто слоем реголита с явно выраженными кратерами. Толщина слоя реголита достигает вблизи склонов нескольких метров. На крутых склонах разлома реголит не удерживается и поэтому здесь хорошо просматривается структура верхнего слоя лунной коры. Видно, что разлом представляет собой разрушенное тектоническими силами сплошное скальное основание. Отсутствие явных следов метеоритной бомбардировки на обрывистых склонах разлома также подтверждает высокую плотность пород, подвергшихся разрушению.

По химическому составу грунта обследованные склоны разлома представляют собой типично морскую поверхность, сложенную из базальта. Плотность лунных пород в ближайших окрестностях разлома, как и цветность камней на его склонах, остается постоянной, что подтверждает тектоническое происхождение борозды.

При исследовании намагниченности пород самоходный аппарат удаляется от края разлома на расстояния до 500 м, а затем возвращается к нему по проложенной колее. Такими маневрами преследовалась цель повышения точности магнитных измерений. Обработка результатов этих измерений показала увеличение намагниченности пород на расстояниях 150—200 м от краев разлома.

Общее расстояние, пройденное «Луноходом-2» за время работы на Луне, составило 36 200 м.

8 мая начался пятый лунный день. В этот день была завершена программа работы «Лунохода-2».

По материалам сообщений из Центра дальней космической связи (ТАСС).

ГЕОФИЗИКА

Кандидат геолого-минералогических наук
В. Н. ШОЛПО

Разведка недр и борьба идей

Задачи практической геологии — открывать месторождения полезных ископаемых. А что такое теоретическая геология? Как она связана с практикой?

«ЧТО ИЩЕТЕ?»

Как только новые знакомые или случайные попутчики узнают, что я геолог, обычно сразу же задают вопрос: «Что ищете?». И чаще всего на этот вопрос ждут такого же краткого и конкретного ответа: уголь или нефть, свинец или железо... Считается естественным и даже необходимым, что геолог должен искать месторождения, ибо главная задача геологии — увеличивать и расширять запасы пригодных для использования минеральных богатств Земли — кажется совершенно ясной. Однако немногие геологи смогут просто и кратко ответить на поставленный вопрос. Лишь некоторые из них непосредственно занимаются поисками месторождений полезных ископаемых, причем со временем таких геологов, вероятно, станет еще меньше. А почему? — об этом и поразмышляем.

Огромная армия геологов изучает разные районы нашей страны все более и более подробно. В результате такой работы составляются геологические карты различных масштабов. Только после этого можно грамотно и эффективно вести поиски полезных ископаемых. Обычно два направления — геологическое картирование и поиски — тесно связаны между собой, переплетены настолько, что обе задачи выполняются одними и теми же геологами. В последние годы наблюдается, правда, тенденция сделать поиски совершенно независимой, самостоятельной отраслью геологии. Но так или иначе, обе эти задачи имеют прямое отношение к производственной деятельности человека и образуют главную сферу действия прикладной геологии. Эта сфера очень обширна и включает в себя не только практические приемы, но и методические разработки и исследования. Комплексное использование и сочетание самых разных методов — от традиционной работы геолога в маршрутах с молотком и компасом до аэро- и космосъемок земной поверхности — актуальная задача прикладной геологии.

Кроме того, в сферу прикладной геологии входят задачи, не связанные с поисками и разведкой полезных ископаемых. Например, геологическое обслуживание крупных строительных объектов или прогноз сейсмической опасности (особенно в районах, где развивается промышленное строительство). Сюда же относится предсказание результатов любого вмешательства человека в природу — при сооружении плотин, каналов — или оценка физических свойств горных пород, используемых в различных промышленных областях, и так далее. Таким образом, перед прикладной геологией встает большое количество вопросов. Но сейчас речь пойдет не об этом.

«Геолог, который проводит долгие годы наедине и интимно с природой, всегда должен беседовать с ней с глазу на глаз, причем природа в этой беседе постоянно оказывается более разумной»,— писал известный немецкий ученый Г. Клоос. Ответы, полученные геологом в такой беседе, зависят от задаваемых вопросов. «Имеющийся материал молчит, когда его не спрашивают»,— в этом образном выражении — суть работы любого геолога, чем бы он ни занимался. А геологи всегда ищут, хотя и не обязательно месторождения. Часто цель поисков — решение проблем теоретической геологии. Среди многообразия этих проблем главнейшей представляется создание теории внутренних (эндогенных) процессов, управляющих развитием Земли. Что это значит? Очевидно,— объяснение современного геологического строения поверхности нашей планеты и связь этих данных с тем, что известно об устройстве глубин. Но это только первая часть задачи. Вторая заключается в том, чтобы дать цельную непротиворечивую картину развития Земли, показать движущие силы и процессы, меняв-

шие лик планеты, и объединить их все в стройную систему. В ней умещаются все ветви и побеги многочисленных геологических дисциплин, и она составляет сферу приложения теоретической геологии. Кроме, пожалуй, астрогеологических «концепций», авторы которых склонны считать главными и определяющими для развития Земли силы, воздействующие на нее извне, из космоса. Но они занимают особое место среди геологических наук и, может быть, вовсе не должны к ним относиться.

О различных проблемах теоретической геологии тоже можно рассказать много увлекательного. Но нас сейчас интересует, каковы взаимоотношения между практической и теоретической геологией?

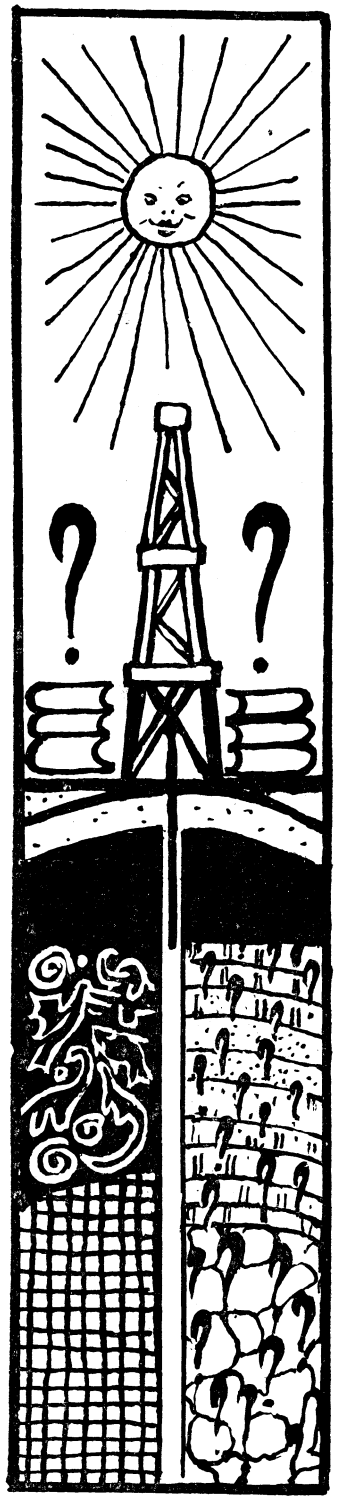
ОТВЕТ НА ВОЗМОЖНЫЕ ВОЗРАЖЕНИЯ

У многих читателей, кто хоть немного знаком с геологией, может возникнуть вопрос: «А не надумано ли все это? Не будет ли такое разделение геологии на прикладную и теоретическую схоластической, искусственной схемой?». Действительно, в своей практической деятельности любой геолог, где бы он ни работал, использует всю сумму накопленного геологией опыта. Нередко ему приходится опираться и на интуицию. Кроме того, уже на первых стадиях обобщения собранных данных привлекаются методы научного анализа и синтеза. Так что в любой сфере деятельность геолога оказывается сложным сочетанием ремесла, искусства и науки. И не всегда можно точно определить пропорции этих компонентов. В любой классификации геологических дисциплин (а их предлагалось очень много) видно, какие сложные, многосторонние связи существуют между ними, как сложна иерархия всех многочисленных разветвлений единой науки о Земле — геологии. Часто эти классификации изображают на диаграммах. Когда рассматриваешь подобную диаграмму, видишь, насколько трудно отделить ветви чисто практического направления от теоретических. А некоторые, например учение о рудных месторождениях, просто не поддаются такому делению.

Однако если судить по результатам работы, то разделение геологии на прикладную и теоретическую вполне правомерно. В первой — результат реален, осязаем. Это всегда нечто вещественное: какое-либо месторождение, геологическая карта территории, конкретные рекомендации по методике поиска в тех или иных районах, оценка инженерных условий в конкретном месте для конкретного строительства. Во-второй — конечные результаты иные. Это — обобщения, гипотезы, идеи, схемы, концепции. Естественно, что результаты обоих направлений геологии взаимно влияют друг на друга. Но как? Каково это влияние сейчас и каким оно должно быть?

СООБЩАЮЩИЕСЯ СОСУДЫ

В идеальной схеме теория и практика должны взаимодействовать, как сообщающиеся сосуды: повышение уровня в одном из них вызывает такое же повышение и в другом; не мгновенно, с некоторым отставанием, но выравнивание происходит. Счи-



тают, что теория должна несколько опережать практику, то есть пополняться должен в первую очередь «теоретический сосуд». Но все это в идеале, а на самом деле? На деле такая схема в геологии далека от совершенства. Каналы, соединяющие две сферы, два сосуда, работают, как будто, хорошо в одну сторону — от практики к теории — и плохо — в обратном направлении. Любые теоретические задачи и построения опираются на данные в практической сфере. Без этого теория оказывается бесплодной. Хотя и тут бывают исключения. Иногда мы видим результаты поразительных интуитивных озарений и можем только удивляться, как при крайне скудных исходных данных могла быть высказана та или иная смелая гипотеза, подтвержденная и доказанная много позднее. Но это исключения... А каково обратное влияние теории на практические, прикладные задачи?

«НАУКА ДЛЯ НАУКИ»

До сих пор остается остродискуссионным вопрос о происхождении нефти — органическое оно или неорганическое? Борьба разных гипотез полна драматизма и напряжения, доводов в пользу той или другой концепции приводится очень много, а увлеченные защитники той и другой концепций не раз уже провозглашали, что все доказано, все ясно. Однако сильные и слабые аргументы есть в обеих гипотезах и спор еще далек от разрешения. Упомянем о некоторых наиболее спорных вопросах. Сторонники органического происхождения не могут найти и показать «нефтематеринские» породы, то есть те, в которых рождалась нефть. Какие органические вещества и каким образом перерабатывались в сложную смесь углеводородов, также далеко не ясно. Слабость концепции неорганического происхождения нефти тоже заключается в том, что в ней не предложено достаточно четкой и логической схемы процесса, который превращал бы первичное глубинное вещество Земли в горючие вещества нефти.

А как же влияют споры о происхождении нефти на практику поисков, разведки и разработки нефтяных месторождений? Да почти никак! На наших глазах нефтяная геология достигла грандиозных успехов: открыто второе Баку в Поволжье, намного больше первого по запасам, а месторождения в Западной Сибири превосходят все известные до сих пор нефтяные бассейны. Открыты уникальные месторождения в кембрийских отложениях Восточной Сибири. И все это сделано независимо от того, каких взглядов придерживались геологи-открыватели — органического или неорганического происхождения нефти. Сами исполнители этих работ будут, возможно, недовольны таким заявлением автора, поскольку считают, что успехи доказывают правоту защищаемой ими гипотезы. А сторонников органического происхождения нефти большинство. Но хорошо известно, что в науке спорные вопросы никогда не решаются большинством голосов.

Почему же создалась такая ситуация: кардинальный вопрос теории не решен, а для практики это не имеет большого значения? Дело в том, что нефть — своеобразное полезное ископаемое. Это — легкое, очень подвижное вещество, которое не остается на месте своего зарождения, а мигрирует в толще горных пород, используя трещины, поры, и образует скопления в специфических природных ловушках, когда уже некуда мигрировать. Районы с благоприятными условиями для формирования залежей нефти более или менее похожи друг на друга. Это районы, где развиты куполовидные вздутия в слоях земной коры. Иногда такие структуры обнаруживаются на поверхности, иногда — скрыты на глубине. Таким образом, задачи практической нефтяной геологии сводятся к тому, чтобы понять закономерности миграции нефти, уметь отыскивать перспективные «ловушки», обнаруживать и прослеживать пласты, способные впитать нефть (коллектора). А откуда она сюда пришла, где и как зародилась, пока, оказывается, не так уж важно.

Другой пример «науки для науки». Известно, что гипотезы о движущих силах и причинах тектогенеза, то есть образования и развития структур земной коры, вызывают острейшую дискуссию. Дрейф континентов и гигантские горизонтальные перемещения континентальных плит или вертикальные колебания отдельных блоков земной коры при относительно стабильном положении континентов на поверхности планеты? Непримиримый спор между «мобилистами» и «фиксистами» ведется уже многие десятилетия. И за это время то одна, то другая концепция, казалось бы, одерживала победу: геологическое общественное мнение не раз склоня-

лось то в пользу одной, то в пользу другой точки зрения... Этот спор продолжается и по сей день. Очевидно, приверженцы ни той, ни другой концепции не располагают исчерпывающими доказательствами, которые позволили бы безоговорочно отбросить одно и принять другое. А ведь от решения этих вопросов зависят многие важные представления. Какова связь поверхностных структур земной коры с глубинными? Устойчивы и закономерны эти связи или изменчивы и непостоянны? Какими силами и как сформированы складчатые пояса на поверхности Земли? Закономерен или случаен рисунок поверхности нашей планеты? Вопросов много, и каждый из них вызывает дискуссии, рождает лавину доводов «за» и «против».

Но так ли уж важно сейчас знать ответы на эти вопросы, чтобы успешно разведывать то или иное месторождение, осуществлять поиски полезных ископаемых? С грустью и некоторым смущением надо признать, что нет, не так уж важно. Геологи ищут и находят залежи руды, угля, строительных материалов независимо от того, какие «приливы и отливы» происходят в этой дискуссии.

ФАНТАСТИКА И РЕАЛЬНОСТЬ

«... земной шар представляет следующую картину:

Верхний его покров состоит из застывших гранитов и диоритов, толщиной от пяти до двадцати пяти километров. Эта корка снаружи покрыта морскими отложениями и слоями погибшей растительности (уголь) и погибших животных (нефть). Кора лежит на второй оболочке земного шара,— из расплавленных металлов — на Оливиновом поясе...

...В расплавленном Оливиновом поясе нужно различать три слоя: ближайший к земной коре — это шлаки, лава, выбрасываемая вулканами; средний слой — оливин, железо, никель, то есть то, из чего состоят метеориты, падающие в виде звезд на землю в осенние ночи, и, наконец, третий — нижний слой — золото, платина, цирконий, свинец, ртуть...». Но довольно! Читатель, вероятно, уже узнал дневники горного инженера Манцева из романа А. Н. Толстого «Гиперболоид инженера Гарина». На этих теоретических представлениях об устройстве глубин Земли основывал жестокий мечтатель Гарин свои планы покорения мира. Теория здесь двигала практику. Другое дело, что устройство земного шара, предложенное Манцевым, неверно, хотя и отвечает некоторым представлениям, существовавшим в начале века. Сейчас мы знаем о строении Земли много больше, и еще больше возникает вопросов. Существо заключается в том, что представление о глубинном строении Земли, об устройстве нашей планеты в целом рождает грандиозный проект, охватывающий тоже всю Землю. Другой вопрос, какие цели у этого проекта и каковы способы его осуществления. Но это фантастика. А реальность?

«Всемерно развивать фундаментальные и прикладные научные исследования...

Обеспечить в новом пятилетии:

проведение исследований в области геологии, геофизики и геохимии для выявления закономерностей размещения полезных ископаемых, повышения эффективности методов их поиска, добычи и обогащения...». Это — цитата из Директив XXIV съезда КПСС по 9-му пятилетнему плану, и в этом — реальность. Фундаментальные как раз и означает теоретические, и те примеры дискуссионных проблем, которые мы рассматривали, имеют к этому прямое отношение. И та задача, вокруг которой объединяются теоретические направления геологии,— создание теории эндогенных процессов — становится актуальной, насущной, злободневной задачей сегодняшнего дня. Но это не так уже очевидно. Ведь мы только что видели, как мало влияет на практику состояние этих и им подобных теоретических вопросов. Сегодня — это так, однако, уже в самые ближайшие годы ситуация должна коренным образом измениться.

Поверхность суши на Земле изучена (за немногими исключениями) довольно детально, и ждать открытия на ней крупных месторождений становится все труднее. Поиски должны уходить на глубину, что сильно усложняет и удорожает задачу. Если когда-то можно было позволить себе роскошь искать почти наугад и поиск месторождений был связан только с трудными, но осуществимыми маршрутами на поверхности Земли, то теперь наудачу бурить дорогостоящие скважины и проводить капитальные горные выработки невозможно. А уходить все глубже и глубже в недра люди вынуждены, чтобы обеспечить минеральным сырьем развивающуюся

промышленность, поддерживать на необходимом уровне энергетическую базу. Уже сегодня актуальной задачей стало освоение шельфовых областей морей и океанов, где обнаружены нефтяные месторождения, россыпные залежи металлов. На очереди — глубины океанов. Мы не собираемся, как хотел инженер Гарин, «выкачивать» оттуда золото, но осязаемые богатства добывать будем непременно.

Если нефть — продукт дифференциации глубинного вещества Земли, надо трассировать и прощупывать на морском дне крупные расколы в земной коре и районы вблизи них. Если же нефть органического происхождения, то с помощью реконструкций условий жизни в прошлые эпохи надо устанавливать места скопления остатков живых организмов. Таких остатков нет, например, в магматических гранитных массивах Венесуэлы, а нефть здесь сочится. Правда, это месторождение не имеет промышленного значения, но сам факт очень важен для теории происхождения нефти. Легкую светлую нефть (почти бензин!) откачивают из отложений кембрия в Восточной Сибири. Откуда же в эти осадочные пласты, которые лежат непосредственно на кристаллическом фундаменте, она проникла? Автор обнаружил перед читателем свое пристрастие к концепции неорганического происхождения нефти, хотя ни в коей мере не может считать себя в этом вопросе специалистом. Но вкусы и склонности могут быть разными, остается повторить, что пока ни одна из гипотез происхождения нефти не может считаться доказанной. А между тем проблема должна решаться безотлагательно.

Точно так же совсем не все равно,— если иметь в виду практические задачи,— как решается вопрос об источниках сил, управляющих процессами развития Земли, и формировании структур земной коры. Если полагать, что первопричиной преобразований на поверхности являются крупные горизонтальные перемещения, мы представим строение глубинных частей земной коры одним способом. Если же признать первичность вертикальных движений и в этом видеть источник деформаций и иных преобразований пород на поверхности, то глубинное строение коры и мантии Земли представится совсем иным. По-разному будет выглядеть и расположение глубинных разломов в земной коре, по-разному будут двигаться поднимающиеся магматические расплавы и сопровождающие их рудоносные растворы, разное положение они займут и в поверхностной структуре.

Практическая геология будет в ближайшие годы уходить все глубже в недра Земли. Это потребует не только теоретических основ, но и сложной техники, а также аппаратуры для получения информации с далеких глубин. Поэтому со временем будет все меньше геологов, которые смогут коротко и просто ответить на вопрос: «Что ищете?».

ЗАГЛЯНЕМ В БУДУЩЕЕ

Электронно-вычислительная машина, вобравшая в себя всю информацию о геологическом строении приповерхностной части какого-либо участка земной коры и способная построить серию исторических карт, где, словно кадр за кадром, можно последовательно проследить все стадии геологического развития данного участка,— это не фантастика. Такие машины уже есть сегодня. Суммирующая карта даст прогноз о глубинном строении земной коры в данном месте гораздо более строгий и объективный, чем это может быть получено при обычных умозрительных экстраполяциях геологической карты. Понятно, что детальность таких реконструкций зависит от детальности исходных фактических данных.

Существует простое правило: чем более крупную структуру на земной поверхности мы рассматриваем, тем более глубокие корни она должна иметь, а следовательно, тем более глубокие части земной коры мы можем реконструировать. Если представить себе теперь, что мы имеем возможность перерабатывать с помощью ЭВМ геологическую информацию о строении крупных регионов, целых континентов или обширных площадей океанов, то, очевидно, можно надеяться получить представления о строении глубоких зон земной коры с той же степенью детальности, с какой мы знаем поверхность. Овладев подобным способом познания земных недр, мы будем с максимальной эффективностью добывать из них то, что нам нужно. Это — аналитический ключ к кладовым природы. Но само собой разумеется, что в программу такого анализа нужно заложить наши теоретические представления о процессах формирования структур в земной коре. Машина должна знать,

какие преобразования в недрах возможны, а какие запрещены.

До 1900 года доля потребления нефти была незначительна по сравнению с углем. Знаменательно, что в конце 60-х годов нашего века нефть вместе с горючими газами составляла около 70% в общем балансе энергетических ресурсов мира. Но совершенно ясно, что такая тенденция не может сохраниться даже в относительно недалеком будущем. Запасы горючих ископаемых ограничены, даже если включить в их общий баланс площади шельфов. Кроме того, уже и сегодня становится понятным, что недопустимо использовать уголь и нефть только в качестве энергетического сырья. Эти ценнейшие природные образования гораздо более рационально могут служить сырьем для химической промышленности. Тогда более полно будет перерабатываться само вещество и атмосфера Земли не будет загрязняться продуктами его сгорания. Как известно, загрязнение атмосферы — одна из насущных проблем, которую человечество должно решать в ближайшее время.

Уголь и нефть в энергетике чем-то должны быть заменены. Сейчас ученые видят пять основных источников энергии, способных удовлетворить потребности человечества в будущем: солнечную энергию с прямым использованием, солнечную с косвенным использованием (ГЭС), энергию приливов, ядерную, геотермальную. Разумеется, трудно определенно предсказать, какую роль будет играть каждый из этих источников в энергетике будущего. К геологии непосредственное отношение имеют два последних. Запасы ядерной энергии сводятся к традиционной задаче разведки месторождений. Термическая энергия земных недр, правда в очень незначительных количествах, используется уже и сейчас как источник электроэнергии или непосредственно для отопления. В основном — это тепловая энергия вулканов и горячих источников. Действующие установки в Исландии, на Камчатке, в Калифорнии, в Италии имеют пока местное значение. Полное использование энергии земных недр основано не только на знании геотермического режима в том или ином месте. Для этого нужна разработанная теория физико-химических процессов в земной коре, то есть теория эндогенных процессов.

Важные и сложные задачи перед геологией встают в связи с проблемой воды. Баланс поверхностных вод уже сейчас во многих районах не удовлетворяет человечество. Видимо, в будущем наряду с опреснением вод океанов надо будет решать вопросы происхождения воды на Земле вообще, проблему глубинных вод и их запасов в глубоких частях коры и мантии Земли. Это снова приводит нас к теории эндогенных процессов.

Общие закономерности размещения месторождений могут решаться только в масштабе всей планеты. Замечено, что рудные месторождения приурочены преимущественно к горным складчатым поясам. Те из них, которые протягиваются в меридиональном или близком к нему направлении, относительно богаче по набору полезных ископаемых и по их запасам, нежели широтные горные пояса. Эта наблюдаемая закономерность пока не объяснена. Чтобы понять, в чем здесь дело, нужно разработать единую концепцию развития Земли.

Каждая из схематично очерченных проблем приводит нас к тому, что разрешение ее возможно только на основе разработанной теории геологии. Не в таком уж далеком будущем грани между теоретической и практической геологией сотрутся, и разделить сферы их деятельности даже искусственно будет невозможно.

Чтобы заглянуть в более далекое будущее, дадим еще немного волю фантазии. Несмотря на исключительную сложность и неоднородность устройства Земли и ее верхней оболочки — коры, мы все же видим, что в этом устройстве существуют какие-то закономерности. И геолога можно уподобить человеку, попавшему в библиотеку с миллионами томов, в которой книги как-то систематизированы, но каталога нет... Искать наудачу книгу бесполезно, но можно, потратив силы и время, расшифровать систему, в которой поставлены книги. Тогда нужный экземпляр найти легко. Вот такой «каталог» должна составить теоретическая геология, раскрыв закономерности строения и развития Земли. Это — задача отдаленного будущего, и решение ее может быть достигнуто на основе органического слияния геологии, геохимии и геофизики. И на какую бы высокую ступень развития ни поднялась геология, природа всегда в диалоге с геологом останется «более разумной».

Рисунки И. В. Городецкой

ГЕОФИЗИКА

Л. С. КАЙБЫШЕВА

Жизнь шельфа

Шельф — это мелководье открытого океана. Как правило, он тянется от береговой линии до глубины 200 м. Здесь люди надеются пополнить сырьевые и энергетические запасы промышленности.

КАК МОРЕ НАСТУПАЛО НА СУШУ

Мы живем в четвертичную эпоху. Ее самый поздний, «наш» период — голоцен.

За последние 10—12 тыс. лет уровень Мирового океана повысился примерно на 110 м. А это значит, что под толщей вод скрылись огромные территории некогда плодородных или пустынных земель, долины рек, болота, города. Вначале этот процесс шел со значительной скоростью — в среднем 90 см за тысячу лет. Постепенно скорость уменьшилась. Еще 6 000 лет назад она достигала 10 см за тысячелетие. Но потом резко упала, море стабилизировалось на своем теперешнем уровне. Принесенные с суши наносы заметно сгладили первоначальный рельеф затопленной земной поверхности. Но молодое дно еще сохранило следы древних береговых линий с лагунами, каньонами, речными руслами — свидетельствами океанической трансгрессии (повышение уровня моря).

Некоторые участки шельфа живут своей жизнью: помимо глобальных, местные процессы вносят свою лепту в изменение их рельефа. Под воздействием тектонических сил одни участки шельфа погружаются, другие вздымаются над окружающей поверхностью. Иногда эти два процесса — глобальный подъем уровня океана и местные локальные опускания участков земной коры,— действуя в одном направлении, способствуют быстрому погружению берегов. А порою они противодействуют друг другу. И тогда побережье остается относительно стабильным.

Этапу современной трансгрессии Мирового океана предшествовал период регрессии. Он начался около 30 тыс. лет назад и достиг апогея приблизительно за 15—20 тысячелетий до нашей эры. Тогда уровень Мирового океана был на 100—130 м ниже современного за счет концентрации огромных масс воды в ледниках, покрывавших материки. Но потом льды стали таять, а уровень океана начал повышаться. Эти события в истории Мирового океана, естественно, повлияли и на характер осадков шельфа. Человеку предстоит изучать сложные процессы эвстатического подъема уровня моря и связанного с ним осадконакопления и пытаться использовать плоды титанической деятельности моря и суши.

Темпы добычи полезных ископаемых на шельфе непрерывно нарастают. Только разведанные запасы шельфовой нефти ориентировочно составляют около половины общего их количества, известного на суше (около 20% месторождений уже разрабатывается). А к добыче золота, платины, алмазов, железа, титана, олова, циркония, хрома с морского дна близ побережья человечество только приступает. Чрезвычайно велики запасы фосфоритов. В некоторых случаях разработка этих минеральных богатств в море может оказаться дешевле, чем на суше.

Изучением механизма рудообразования на шельфе занимаются многие научно-исследовательские институты Академии наук СССР, Министерство геологии СССР, Министерство рыбного хозяйства СССР. Их интересуют история шельфообразования и особенности геологической структуры шельфа, а также принципы и методы изучения его осадочного покрова.

Вот что рассказывают о закономерностях шельфообразования и, в частности, его осадочной толщи заместитель директора Института океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР, доктор географических наук А. А. Аксенов и доктор геолого-минералогических наук Е. Н. Невесский.

НА ГЛАЗАХ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Итак, 10 тыс. лет назад значительная часть нынешнего морского шельфа была сушей. Воды Мирового океана, наступая, придали целым континентам новые очертания, превратив бывшие низины суши в шельфовую зону моря. «Шельф» в переводе означает «ступень», а точнее — «полка». На этой «полке» скопилась и скапливается значительная часть морских полезных ископаемых.

Главный поставщик минеральных богатств на шельфе — континент, его реки и берега. Реки приносят щебень, гальку, пески и глины, а также рудные минералы с отдаленных участков материков. Прибой подмывает береговые породы и сносит в море такой же материал. От характера и темпа поступления всех этих компонентов зависит не только

состав шельфовых осадков, но и мощность осадочной толщи, которая в различных местах колеблется от почти нулевой толщины до десятков и сотен метров.

Чтобы получить правильное представление о процессе образования руд на шельфе, геологи изучают не только современное состояние осадочной зоны шельфа, но и ее историю, а также историю береговых процессов. В этом смысле их работу можно рассматривать как продолжение исследований профессора В. П. Зенковича — инициатора изучения граничной зоны между морем и сушей.

Характер древних отложений континентального происхождения неодинаков. Там, где суша в четвертичное время оказалась в зоне оледенения, например в субарктических морях нашего Севера, в Антарктике континентальные осадки имеют ледниковое происхождение (валуны, галечники, пески). А южнее, например на мелководье Черного моря, дно покрыто в основном лессовидными суглинками.

Влияние климатических условий на особенности шельфовых осадков особенно заметно на Дальнем Востоке, где все побережье тянется в меридиональном направлении и расположено в разных широтных зонах. Шельф Охотского моря покрывают в основном пески и галька, в то время как более южному Японскому морю свойственны песчано-глинистые породы. Это связано с неодинаковым характером выветривания в разных климатических поясах. В полярных и субполярных областях мощность современных осадков на шельфе, как правило, значительно меньше, чем в тропиках.

На шельфе попавшие в море наносы с поверхности суши перерабатываются самым действенным образом. Здесь они сортируются по размерам зерен и по минералогическому составу. Некоторые минералы могут концентрироваться, образуя россыпи полезных ископаемых. Как это происходит?

Если насыпать в решето прибрежный песок, а потом встряхнуть, то сверху окажутся самые крупные частицы. То же, как правило, происходит и с осадками на морском дне. В роли сортировщика здесь выступают прибой и морские течения. Поэтому каждая россыпь независимо от происхождения несколько расслаивается по крупности материала. Порой песок бывает почти черным — это россыпные месторождения магнетита, титана, циркония или других ценных металлов. Некоторые песчано-глинистые илы обогащены железом.

НА ГРАНИЦЕ МОРЯ И СУШИ

Крутой прибрежный подводный склон, в который сильно бьют волны, прибой и мощные течения, живет чрезвычайно активной жизнью и непрерывно меняет очертания. Но, оказывается, и пологий склон шельфа имеет довольно сложный рельеф, частично унаследованный им от «сухих» времен, а частью — выработанный морем. На пологих склонах шельфа, как правило, накапливаются мощные толщи наносов.

Именно здесь, на пологом шельфе, обычно и концентрируются самые крупные и богатые рудные скопления. Они могут содержать железо, титан и другие ценные для человека минералы даже при скромном поступлении материала с континента. Локальная концентрация этих веществ — итог всего палеогеографического развития прибрежной полосы.

Иногда на пологом шельфе прибрежные наносы нарастают с большой скоростью и при определенном режиме волн морское дно возвышается над уровнем воды многочисленными пересыпями. Тогда береговая линия не отступает в глубь материка, как это ей «полагалось бы» по правилам трансгрессии, а выдвигается в море. Примеры тому — Витязевская и другие пересыпи на Черном море и многие пересыпи на Балтике, в дальневосточных морях и так далее. Схожие процессы происходят в дельтах многих крупных рек (Кубань, Дунай, Волга).

Когда волны не слишком сильны, в ложбинах шельфа на относительно большой глубине обильно откладывается мелкозернистый материал. При повышении уровня моря именно эти осадки тонким плащом покрывают все предыдущие образования, в том числе и скопившиеся на мелководье крупнозернистые наносы. А бывает и так, что современные тектонические процессы снова перекрывают слой молодых осадков грубозернистыми отложениями. Это случается при местных неотектонических подвижках, при изменении потоков наносов вследствие эволюции береговой линии и прочих явлений. В результате за несколько тысячелетий толща шельфовых осадков образует сложный «слоеный пирог».

Эту своеобразную летопись не так-то просто прочитать, не говоря уже о прогнозировании и поиске в ней рудных тел — крупных скоплений полезных ископаемых.

Например, железные руды могут концентрироваться по-разному, хотя и сходным образом во многих сходных районах Мирового океана. Скажем, на глубине, где воды относительно спокойны — в зоне неволнового осадконакопления — железо очень мелкими зернами откладывается совместно с мелкими кварцевыми песками. У берегов — в зоне волнового накопления осадков — железо может встречаться в пределах небольших линз, образовавшихся в лагунах и заливах, а также в песчаных наносах. В первом случае железо как бы растирается в пыль, а во втором — оно концентрируется в песках в виде тяжелых железных минералов.

Постепенно при наступлении моря на сушу эти молодые рудные скопления могут смещаться все дальше от берега и погружаться все глубже в толщу других осадков.

Залежи других полезных ископаемых подчиняются несколько иным закономерностям, отличным от закономерностей распределения железа.

ГЛАВНОЕ БОГАТСТВО ШЕЛЬФА

Нефть и газ — важнейшие энергетические ресурсы морского дна. Нефтяные богатства шельфа разрабатываются не только в Советском Союзе. Очень интенсивно развивается добыча нефти и газа со дна Мексиканского залива. С 30-х годов ведется добыча нефти в заливе Маракайбо (Венесуэла). Другая группа морских нефтяных месторождений располагается у берегов Калифорнии.

В Советском Союзе можно назвать целый ряд акваторий шельфовых морей, которые по общим геологическим соображениям следует признать перспективными на нефть и газ. Так, на Каспийском море, наряду с районами, где добыча или разведка нефти и газа уже ведется, высокоперспективным должен быть так называемый Мангышлакский порог (зона островов и банок на границе северного и среднего Каспия), представляющий собой связующее звено между нефтеносными структурами Восточного Предкавказья и Мангышлака и Бузачи. Можно ожидать открытия значительных месторождений в Баренцевом море, в области погружения открытой к нему Печорской нефтегазоносной впадины, в Карском море, которое может рассматриваться как продолжение Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна, в море Лаптевых на участках шельфа, прилегающих к Хатангской впадине и Новосибирским островам, в Черноморской впадине.

Перспективы нефтегазоносности морского дна не ограничиваются шельфом. Осадкообразование в морях и океанах в целом очень благоприятно как для образования нефти, так и для скопления ее в промышленных количествах. Однако более доступные на сегодня подводные платформенные равнины — шельф — особенно привлекают внимание ученых.

ПОЧЕМУ ВЗРЫВАЮТСЯ СВЕРХНОВЫЕ?

Взрывы Сверхновых обычно объяснялись ядерной детонацией, огромным выделением ядерной энергии. Но при этом не учитывали, что все звезды вращаются и почти все обладают магнитными полями. А ведь одного только вращения звезды и ее магнитного поля иногда бывает достаточно, чтобы создать эффект вспышки Сверхновой.

После окончания эволюции звезда, сжимаясь, превращается в нейтронную, окруженную оболочкой. Звезда и оболочка имеют разные угловые скорости, поэтому магнитные силовые линии, связывающие их, наматываются на звезду, как на барабан. Магнитное давление начинает расти и, подобно поршню, толкает оболочку. И если напряженность магнитного поля обратно пропорциональна квадрату расстояния (например, поле радиальное), то магнитное давление в течение нескольких сот секунд увеличивается настолько, что подавляет силу тяжести. Оболочка начинает неудержимо расширяться со все возрастающей скоростью.

Впервые идея о роли так называемой «магнитной накачки» была высказана Н. С. Кардашевым в 1964 году. Недавно Г. С. Бисноватый-Коган предположил, что, возможно, «магнитной накачкой» объясняются взрывы Сверхновых звезд, а затем П. Р. Амнуэль, О. Х. Гусейнов и Ф. К. Касумов провели численный расчет этого процесса. Согласно этим расчетам, оболочка с массой 0,1 солнечной при начальном магнитном поле на поверхности нейтронной звезды 10^{11} гс уже через 400 секунд после действия «магнитной накачки» расширяется со скоростью около 6000 км/сек. Этот эффект, возможно, объясняющий взрывы Сверхновых I типа, обусловливается только вращением и магнитным полем звезды.

«Астрономический журнал», 49, *6*, 1972.

ГЕОФИЗИКА

Кандидат технических наук
Л. Н. ШАДРИН

Штурм недр продолжается

По мере истощения природных ресурсов на поверхности Земли все чаще приходится обращаться к запасам, спрятанным в ее недрах. Эта задача освоения земных глубин будет всегда стимулировать развитие наук о Земле и горной техники.

В Постановлении ЦК КПСС, Совета Министров СССР и ЦК ВЛКСМ о развертывании Всесоюзного социалистического соревнования за досрочное выполнение народнохозяйственного плана на 1973 год говорится: «Основное внимание коллективов предприятий необходимо сосредоточить:

...В топливной промышленности на дальнейшем совершенствовании способа добычи всех видов топлива, широкой автоматизации и механизации тяжелых и трудоемких процессов, повышении скорости проведения горных выработок и бурения скважин, на снижении потерь топлива при извлечении его из недр, сокращении сроков строительства шахт, нефте- и газопроводов, обустройства промыслов».

Для выполнения грандиозных планов добычи нефти и газа требуется постоянно увеличивать их разведанные запасы. Однако во многих нефтегазодобывающих районах недра на глубину 3—4 км уже достаточно хорошо освоены. Вот почему дальнейшие поиски новых месторождений топлива вызывают необходимость проходки глубоких и сверхглубоких скважин. К первым относятся скважины глубиной более 4500 м, а ко вторым — более 6000 м. Сооружение таких скважин в нашей стране началось в середине 50-х годов. К 1971 году пробурены четыре сверхглубокие скважины: Арал-Сор № 1 (6806 м), Шаховая Коса № 100 (6552 м), Медведковская № 2 (6320 м) и Темиргоевская № 8 (6012 м). В настоящее время в нашей стране осуществляется проходка не менее 20 сверхглубоких скважин.

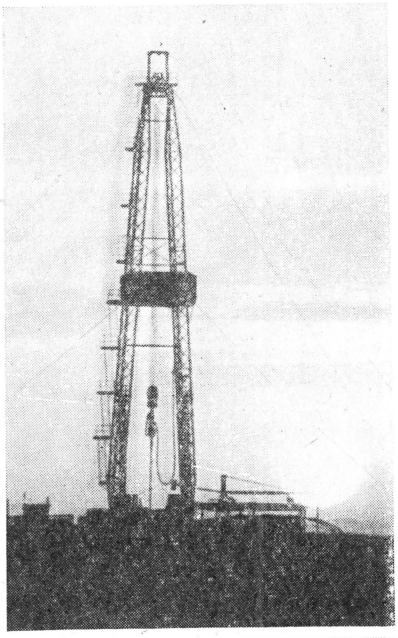
Глубинные недра Земли таят в себе еще неведомые минеральные богатства и энергетические ресурсы, которые могут значительно приумножить производительные силы человечества. Поэтому одна из актуальнейших проблем науки и народного хозяйства состоит в непосредственном изучении глубинных слоев земного шара, то есть всего разреза земной коры и верхов мантии. Необходимо выяснить механизмы тех процессов, которые обусловливают формирование месторождений полезных ископаемых, и тем самым повысить эффективность геологоразведочных работ. Однако осуществить прямые наблюдения параметров среды и физико-химических процессов, происходящих глубоко в недрах, пока не представляется возможным. Почти все сведения об этих процессах на еще не вскрытых скважинами глубинах Земли получают косвенно, в частности измеряя, а затем расшифровывая физические параметры сейсмических волн, которые рождаются в эпицентрах землетрясений, иногда на глубинах около 700 км.

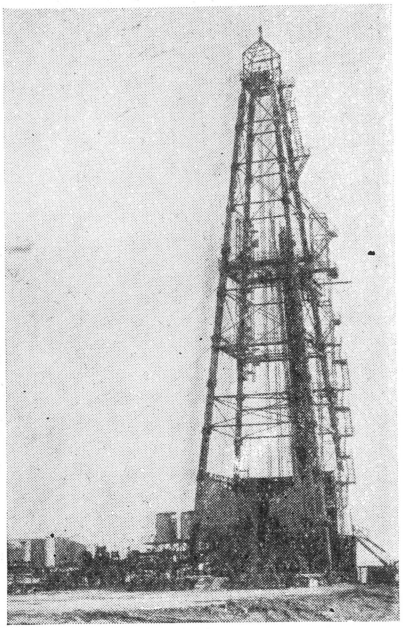
В настоящее время о химическом составе вещества верхней мантии можно судить, изучая продукты вулканических извержений. Однако при движении к поверхности состав лавы может сильно изменяться вследствие расплавления и ассимиляции окружающих пород, дифференциации самого расплава и выделения газов. Поэтому наиболее полное представление о химическом составе и физических свойствах вещества верхней мантии может быть получено в результате непосредственного проникновения и отбора проб. А это возможно лишь с помощью сверхглубокого бурения. Проблему комплексного освоения глубинных недр Земли в нашей стране намечено решать в несколько этапов. Вот уже в течение нескольких лет при помощи современного оборудования осуществляется проходка скважин глубиной около 7 км. Одновременно проводятся комплексные геофизические исследования, чтобы определить возможные места заложения более глубоких скважин — в 10—11, а затем и 15 км.

Пятнадцатикилометровый рубеж — это очень большая глубина, достичь которую непросто. В настоящее время на Балтийском щите (Кольский полуостров) для изучения недр Земли бурится скважина с проектной глубиной 15 км. Верхние 7 км проходят обычным способом, а вот от семи до десяти километров намечено использовать более мощную буровую установку. При бурении самого тяжелого, последнего интервала скважины — до 15 км будет применяться система ускоренной смены изношенного долота новым. Суть этого новшества состоит в том, что малогабаритный вставной гидравлический двигатель, или, как его называют нефтяники, турбобур, вместе со складным долотом опускается в забой скважины и поднимается на

поверхность земли внутри неподвижной колонны бурильных труб. Как только турбобур опустят на необходимую глубину, долото автоматически раскрывается. Его режущие элементы — шарошки занимают рабочее положение и при включении турбобура углубляют скважину. Как только шарошки затупятся (о чем предупреждает снижение скорости проходки), изношенное долото вместе с турбобуром поднимается на поверхность стальным канатом внутри неподвижных бурильных труб. Такой нехитрый способ ускоряет смену долота в 4—5 раз. И можно надеяться, что 15-километровую скважину удастся пройти не за 10 (при использовании обычных методов смены долота), а за 5—6 лет.

Суровые климатические условия географического района, а также ожидаемая длительность проходки скважины до проектной глубины побудили сделать все объекты буровой капитальными. Так, например, корпус производственно-технического обслуживания соединен с мостками буровой вышки крытой галереей, энергетическое оборудование и насосный блок размещены в железобетонном корпусе, а примыкающая к нему 53-метровая стальная вышка полностью обшита деревянными щитами и пластиком. Электробойлерное отопление создает комфортный микроклимат всего производственного комплекса и обеспечивает полную независимость буровиков от капризов погоды сурового Заполярья. Вспомогательные цехи этой установки, которую справедливо назвать буровым заводом, обеспечивают автономное обслуживание, профилактику и ремонт инструментов и оборудования, а размер производственных запасов материалов и инструментов позволяет вести четырехмесячную непрерывную работу. Проходку скважины начали в мае 1970 года. Сейчас глубина скважины превышает 5 км. На последующих этапах будет достигнут проектный 15-километровый рубеж.





Типовая буровая установка
(Фото ТАСС)

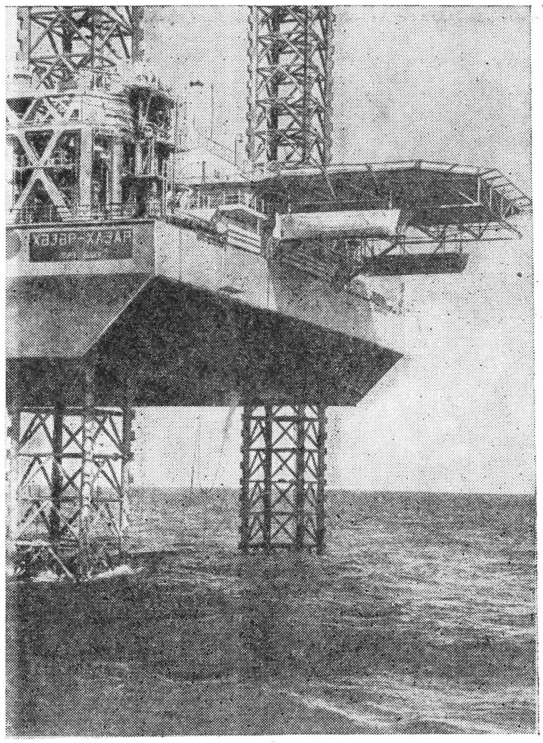
Буровая установка «Уралмаш 300Э», применяемая для проходки скважин глубиной до семи километров
(Фото Н. В. Алексеева)

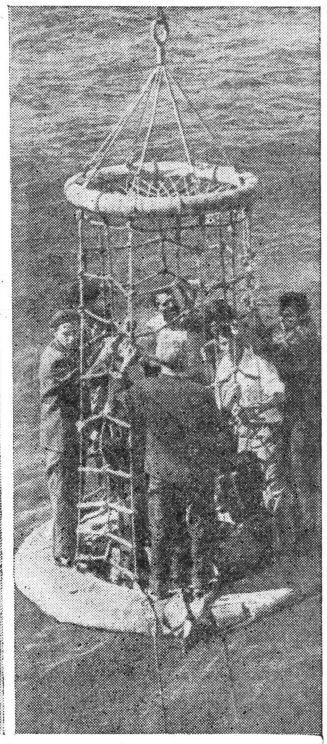
Одна из основных задач сверхглубокого бурения, его научная цель состоит в том, чтобы воочию увидеть вертикальный разрез земной коры до самой верхней мантии. Для этого специальными инструментами на поверхность земли поднимают непрерывную, ненарушенную колонку пород — керн. Керн — это не что иное как «вырезанный» из породы образец цилиндрической формы. Он сохраняет свою естественную структуру и органические остатки. Отбор керна, его хранение и изучение — очень трудоемкая и дорогостоящая работа, она требует много времени и терпения. Ведь прежде чем опустить на забой новое колонковое долото и грунтоноску, нужно вытащить из скважины всю бурильную колонну. Затем все звенья колонны опять свинтить и заново опустить в скважину. Как правило, общеизвестные устройства для подъема кернов не могут вмещать колонку пород длиннее 20 м. Если при извлечении грунтоноски с керном поднимают всю колонну бурильных труб, то, согласно расчетам, на разовый подъем керна с глубины 12—15 км и повторное опускание колонны в скважину потребуется более суток. Чтобы сократить это время, используют спускаемую внутри бурильных

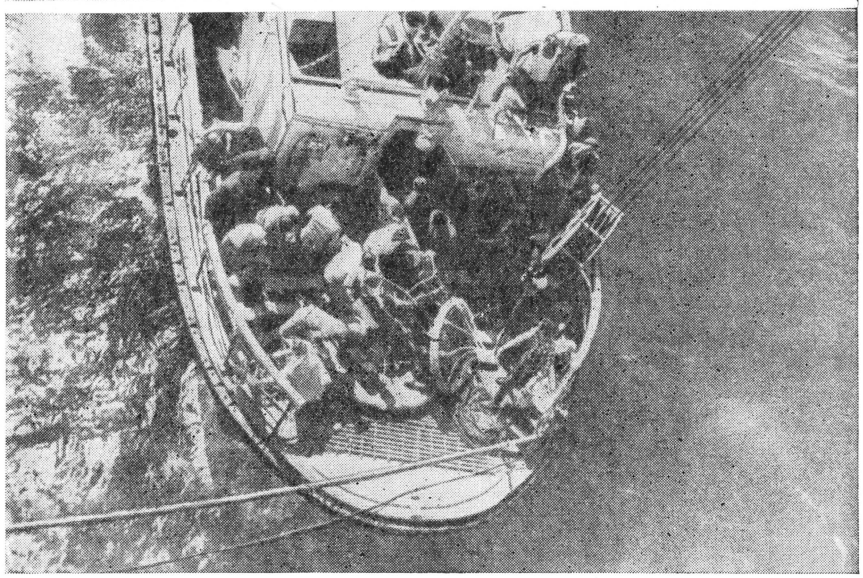
труб так называемую съемную грунтоноску, которую после заполнения ее керном извлекают на поверхность. Этот метод, исключающий необходимость подъема всей многокилометровой бурильной колонны, неоднократно испытан нефтяниками.

К штурму глубоких недр Земли усиленно готовятся инженеры и ученые Азербайджана. Составлен проект Саатлинской 15-километровой скважины и полным ходом идут подготовительные работы. Рядом с местом заложения основной скважины с декабря 1971 года бурят скважину-спутник. Дело в том, что на первой, по мнению гидрогеологов, самой трудной части скважины необходимо выяснить все условия и трудности проходки. После 7,5 км скважина углубится в граниты и базальты. Геологи предсказывают, что мощность гранитов здесь не менее 2 км. Ожидается, что стенки скважины в массиве крепких кристаллических пород будут достаточно устойчивыми, поэтому в интервале 7,5—15 км можно обойтись без обсадных колонн. Здесь, конечно, пригодится опыт проходки сверхглубокой скважины на Кольском полуострове, в частности, технология использования вставных долот и турбобуров.

Сооружение 15-километровых скважин на Кольском полуострове и в Саатлы — это заказ большой науки и промышленности, для выполнения которого ученым нашей страны нужно мобилизовать весь арсенал знаний и опыт многих поколений первопроходцев подземных глубин. Для успешного штурма недр наша страна располагает всем необходимым промышленным и научным потенциалом.







■ *Фрагмент «Хазара» — флагмана среди буровых установок, штурмующих недра на Каспии. Расстояние от уровня моря до палубы равно высоте семиэтажного дома*

■ *Вот так романтично выглядит ритуал смены вахты на «Хазаре». Этот вид транспорта, применяемый для перемещения буровиков с палубы вспомогательного судна на борт «Хазара» и обратно, называется люлькой*

■ *Момент «приземления» люльки на корму вспомогательного судна*

(Фото автора)

В настоящее время весь мир озабочен правильным, рациональным использованием природных ресурсов земного шара. С каждым днем человечество потребляет все больше энергии. Однако разведанные запасы ее увеличиваются гораздо медленнее, а поскольку они конечны и не возобновляются, то рано или поздно наступит день, когда они полностью иссякнут.

Сейчас ресурсы нефти на Земле составляют 87 млрд. т, примерно в 35 раз больше того количества, которое было откачано из недр за один 1971-й год. Конечно, прогностические запасы в несколько раз превышают указанные извлекаемые ресурсы. Однако если нарастающая тенденция в отношении потребления углеводородного топлива сохранится, то в 1981 году мировая добыча нефти возрастет до 3,5 млрд. т, а в конце текущего столетия достигнет около 5—6 млрд. т в год. А это значит, что за период с 1970 по 2000 год теперешние ресурсы на Земле будут исчерпаны.

Таким образом, уже сейчас болезненно ощутимый недостаток в основных источниках энергии — природных видах топлива, наиболее технологичных и дешевых,— в нефти и газе с течением времени будет усугубляться и может перерасти в серьезный энергетический кризис.

Как решить проблему острого дефицита энергии? Большие надежды возлагаются на ядерное горючее. Однако по самым оптимистичным прогнозам вклад атомных электростанций увеличится до 10% лишь к 1985 году. Таким образом, человечество долго еще будет зависеть от ископаемого топлива. Стало быть, без открытия новых его месторождений к началу XXI века весь колоссальный механизм промышленной цивилизации может остаться без природного топлива. Поэтому и нужно как можно усерднее искать новые месторождения. Но где? Вероятно, нужно направить поисковые работы в глубинные слои земной коры.

За последние 40 лет техника и технология глубокого бурения во всем мире развивались бурными темпами. С 1927 по 1970 год рекорд глубины бурения скважин возрос с 2 452 до 7 803 м. Дальнейшая активизация сверхглубокого бурения, вызванная острой нехваткой природного газа в США, увенчалась тем, что в середине января 1972 года в округе Пекос (штат Техас) пробурили скважину на 8 687 м. А спустя шесть недель в районе наиболее погруженной части осадочного газоносного бассейна Анадарко (штат Оклахома) была закончена разведочная скважина Бейден № 1 глубиной 9 159 м. Для проходки скважины применяли самое современное оборудование. 43-метровая вышка имеет грузоподъемность почти 900 т. При начальном диаметре около метра скважина закончена долотом 200 мм. На всех интервалах бурения использовались различные типы долот, среди них и алмазные. На завершающей стадии проходки скважины растягивающее усилие в 4-дюймовой стальной бурильной колонне было около 340 т, а это уже почти предел текучести стали. Столь быстрая — полтора года — проходка стала возможной благодаря применению совершенной наземной техники и бурового инструмента, современных вычислительных средств, высокопрочных сталей и других материалов, способных долго выдерживать гидростатическое давление более 1 100 атм и температуру свыше 220° С.

Сами по себе рекорды глубинного бурения — не самоцель, тем более что проходка скважин — первооткрывательниц новых глубин недешево стоит (бурение и испытание 9-километровой скважины Бейден № 1 обошлись в 6 млн. долларов). И в то же время каждый новый рекорд всегда имеет огромное принципиальное значение, так как любая новая глубина — это новые миллионы кубических километров «завоеванного» горного массива, содержащего полезные ископаемые, и кроме того, это — новые пути и средства для организации массового бурения. Таков практический смысл последнего достижения буровиков.

Анализ технических аспектов проходки рекордной скважины в Оклахоме показывает, что с помощью использовавшегося там оборудования можно бурить скважины до глубин 11 000 м. Таким образом, в результате прогресса науки и техники уже в настоящее время имеются технологические возможности и опыт для вскрытия всей толщи земной коры, по крайней мере в нескольких районах Мирового океана. Буровики доставят образцы горного массива из глубоких слоев оболочки планеты, а ученые измерят параметры среды. Полученные таким образом достоверные данные позволят расширить наши знания о глубинных недрах Земли.

АСТРОНОМИЯ

Кандидат физико-математических наук
Ю. П. ПСКОВСКИЙ

Четыре века Новой Тихо Браге

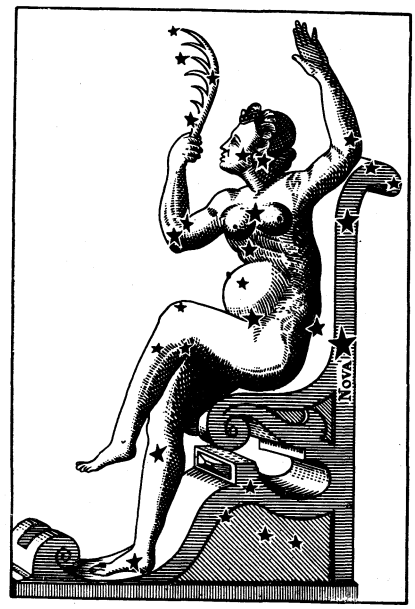
«В прошлом 1572 году в начале ноября 7-го числа появилась Новая звезда в троне Кассиопеи там, где он касается края Млечного Пути; она привлекла внимание своим ярким блеском, небывалой звездной величиной и удивительностью события, превосходя по силе не только Сириус, ярчайшую звезду неба, но также и Юпитер и, пожалуй, Венеру.»

Сообщение М. Местлина, 1573 год.

Четыреста лет назад, осенью 1572 года, в созвездии Кассиопеи появилась «лишняя» яркая звезда. Ее появление было внезапным, казалось, будто она только что «загорелась», поэтому звезду назвали Новой. Астрономы знают ее как Новую Тихо Браге, поскольку этому выдающемуся наблюдателю мы обязаны обстоятельным описанием вспышки звезды.

Вспышка Новой звезды застала астрономов XVI века врасплох. В своей книге «De Nova Stella» («Новая звезда»), вышедшей в 1573 году, Тихо Браге писал: «По всем философским воззрениям следует, что в воздушных пространствах небесного мира ничто не меняется, что небеса и небесные тела не растут и не уменьшаются, что они не подвергаются никаким изменениям ни по числу, ни по виду, ни по блеску, ни в каких других отношениях, что они остаются всегда подобными себе, не меняясь с годами». И вот появление яркой звезды поколебало веру в неизменность звездного мира. И хотя первую переменную открыли только в начале XVII века, возможность изменения блеска у звезд признали после вспышки Новой 1572 года и ее медленного угасания на протяжении шестнадцати месяцев.

Тихо Браге в год вспышки Новой звезды исполнилось 26 лет. Это был хорошо образованный человек, происходивший из старого датского дворянства. С юных лет он увлекся астрономией, но только наблюдения Новой звезды и книга, посвященная ей, решили окончательно его судьбу. Этот великолепный наблюдатель обнаружил вариацию (так называемое третье неравенство) в движении Луны, создал два самых точных на рубеже XVI — XVII веков звездных каталога, провел исключительно точные и обширные наблюдения за движением Марса. На склоне лет Тихо Браге вновь вернулся к исследованиям Новой звезды. Он собрал многочисленную переписку о ней со многими европейскими наблюдателями, которую привел в своем труде «Progymnasmata» («Наставления»), вышедшем из печати в 1603 году.



К сожалению, сведения о самых ранних наблюдениях Новой отличались крайней неопределенностью. Элиас Камерариус (Франкфурт) и Аннибал Раймунд (Верона) писали Браге, что Новая стала заметной с начала октября. О видимости ее в конце октября слышали также известные астрономы Корнелий Гемма Фризиус-младший из Лувена и Михель Местлин (Гейдельберг), хотя самим им удалось ее наблюдать лишь в ноябре. Все эти неуверенные высказывания о появлении Новой в октябре 1572 года опровергались, по мнению Тихо Браге, авторитетом валенсийского, как он пишет, «эрудита» — Иеронима Муньоса, который утверждал, что звезда вспыхнула в новолуние 5 ноября, а 2 ноября она еще не была видна в созвездии Кассиопеи. (Все даты указаны по старому стилю.) Зато ноябрьские наблюдения Новой звезды намного определеннее и многочисленнее. Сам Браге впервые увидел ее 11 ноября. С этого времени Браге наблюдает звезду и определяет блеск Новой, сравнивая ее с планетами и звездами.

Из сохранившихся средневековых рукописей нам известно, что Новую наблюдали в Китае и Корее. Так, в хронике «Мин» написано, что «Биньгэнь десятой луны шестого года правления Лун-цин (8 ноября 1572 года) на северо-востоке наблюдалась звезда-метла... Звезда была близ Цзехсинь (α Кассиопеи) и до этого не наблюдалась. Она исчезла в четвертую луну второго года правления

Ван-ли (21 апреля — 19 мая 1574 года)». В корейской хронике «Чунгбо Мынхон Пиго» также сообщалось, что «в одиннадцатую луну пятого года Сенсо (6 ноября — 4 декабря 1572 года) возле Секусей (α Кассиопеи) была звезда-гостья блеском больше, чем Венера».

Интерес к изучению вспышек звезд, наблюдавшихся в средние века, возобновился в нашем столетии. Это было связано с открытием шведским астрономом К. Лундмарком феномена Сверхновых звезд во внегалактических туманностях. Тогда же, в 1920 году, он высказал предположение, что самые яркие звезды, которые вспыхивали в античные и средние века, в том числе и Новая 1572 года, также были Сверхновыми, но принадлежавшими нашей звездной системе. Время подтвердило догадки Лундмарка.

Как известно, Сверхновыми называются самые яркие по светимости взрывные звезды. Мощность излучения их в десятки и сотни тысяч раз превышает мощность излучения обыкновенных Новых звезд. За время вспышки Сверхновая выделяет энергию, которую наше Солнце может излучить за 100 млн. лет! Когда Сверхновая достигает наибольшего блеска, она излучает столько же, сколько все звезды галактики, в которой она наблюдается. Но такие яркие вспышки в звездных системах довольно редки. Если в нашей Галактике ежегодно вспыхивает в среднем около 30 Новых звезд, то интервалы между вспышками Сверхновых I типа *, к которым относится и вспышка 1572 года, составляют в среднем более трехсот лет, а Сверхновые II типа вспыхивают, по-видимому, один раз в 50—100 лет.

■ *Тихо Браге (1546—1601)*

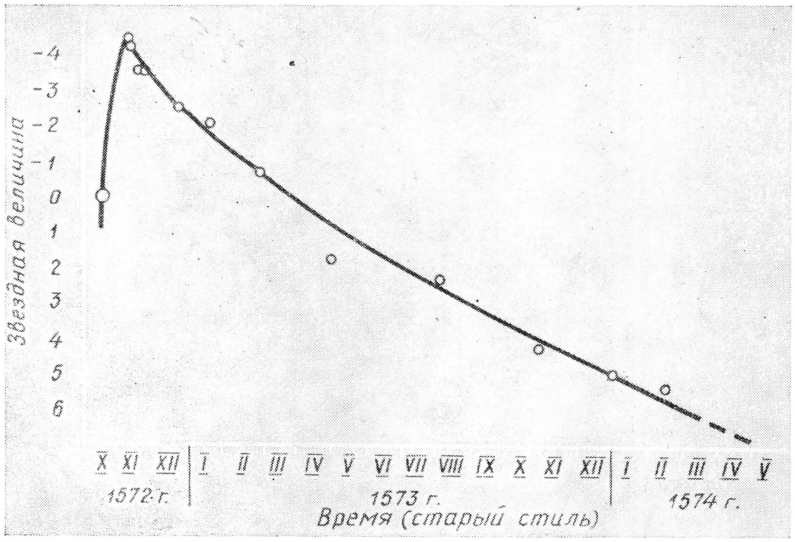
В Галактике, как и предвидел Лундмарк, четыре-пять ярчайших вспышек, наблюдавшихся за два тысячелетия нашей эры, оказались Сверхновыми звездами. На месте их взрыва обнаружены расширяющиеся газовые туманности с волокнистой структурой и сильным радиоизлучением. Кроме того, в Млечном Пути и в Большом Магеллановом Облаке найдено два десятка волокнистых туманностей с такими же свойствами, но возрастом в десятки и сотни тысяч лет. Наконец, радиоастрономы открыли около ста радиоисточников в нашей Галактике, характер радиоизлучения которых не оставляет сомнений в том, что они появились после взрыва Сверхновых звезд. Как установлено в последнее время, наряду с расширяющимися туманностями и сильными радиоисточниками при взрывах Сверхновых образуются еще миниатюрные (радиусом около 10 км) нейтронные звезды, обладающие слабым пульсирующим радиоизлучением (пульсары).

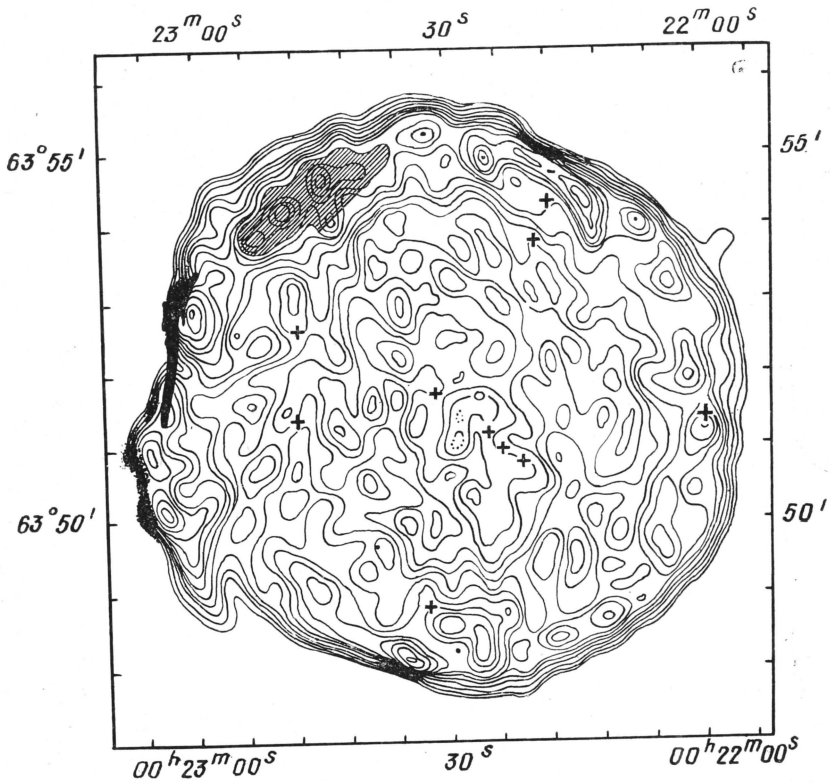
* Как Сверхновые I типа, обычно вспыхивают старые звезды с массой 1,5 солнечной, а Сверхновыми II типа бывают молодые звезды большой массы.

В 40-х годах нашего века астрофизики снова заинтересовались вспышкой 1572 года. В 1943 году немецкий ученый В. Бааде, работавший в США, и советский астроном Б. В. Кукаркин на основе материала, собранного Тихо Браге, построили график изменения блеска звезды за 1572—1574 годы, то есть ее кривую блеска. Оба исследователя нашли, что в максимуме блеск звезды был равен блеску Венеры (-4^m), но Кукаркин считал максимумом 6 ноября, не отвергая октябрьских наблюдений 1572 года, а Бааде, не доверяя им, относил максимум к середине ноября. В остальном кривые блеска почти не различались.

Через 30 лет, прошедших после этих исследований, стало лучше известно, как возрастает блеск Сверхновых. Так, за 20 суток до максимума Сверхновая I типа только на 5 звездных величин слабее, чем в максимуме. Следовательно, утверждение Муньоса, что 2 ноября Новая еще не была видна, противоречит факту ее исключительного блеска в максимуме. В середине октября она уже могла быть заметна как «лишняя звезда» в пятерке ярких звезд созвездия Кассиопеи. Самые ранние сведения о наблюдениях Новой звезды теперь не вызывают сомнения. Максимум блеска действительно приходился на первые числа ноября, когда блеск Новой даже несколько превосходил блеск Венеры, что отмечали Камерариус и корейские наблюдатели.

Тщательным исследованиям было подвергнуто место вспышки 1572 года. Газовый остаток — слабую туманность из нескольких тонких волокон — обнаружил Бааде только в ноябре 1949 года, после ввода в дей-





ствие 200-дюймового рефлектора. В 1952 году английские астрономы Х. Браун и Ч. Хазард зарегистрировали радиоизлучение туманности. Но еще долгое время ничего не знали о расширении туманнности, расстоянии до нее, было не ясно, на какой из остатков Сверхновых она похожа. Только в 1966 году индийский астроном Т. Менон смог определить расстояние до туманности. Он установил, что радиоизлучение объекта на пути к нам пересекает два газовых рукава Галактики, и оценил расстояние в 3,5—5 кпс. Сейчас угловой радиус радиоисточника 245 секунд, следовательно, он расширялся со средней скоростью 10 000—14 000 км/сек. На такую же скорость расширения указывают смещения линий поглощения в спектрах внегалактических Сверхновых I типа, полученных вскоре после максимума их блеска.

Изучение серии фотографий туманности, сделанных на 200-дюймовом

■

Кривая блеска Новой 1572 года. Оценки звездных величин Новой звезды получены путем сравнения блеска Новой с блеском планет и соседних с нею звезд. Новая звезда уже не была видна в Европе с марта 1574 года, а в юго-восточной Азии с апреля — мая 1574 года

■

Карта туманности, оставшейся после вспышки 1572 года. Крестиками изображены звезды Галактики, которые проецируются на остаток Сверхновой. Заштрихованные и темные волокнистые детали — части оболочки Сверхновой, обнаруживаемые на фотоснимках. Извилистые контуры, вырисовывающие большое кольцо,— линии равной радиояркости. На рамке карты отмечены экваториальные координаты области неба

рефлекторе в 1949—1970 годах, показало, что ее волокна удаляются от центра со скоростью 0,2 секунды в год, или 3 500—5 000 км/сек. Скорость расширения по сравнению со средней скоростью уменьшается вследствие торможения туманности в межзвездном газе, окружающем ее.

В радиодиапазоне остаток вспышки 1572 года, как и все другие остатки Сверхновых, исключая Крабовидную туманность, в проекции на плоскость имеет форму кольца. Часть его отмечена на фотографиях слабыми дугообразными волокнами. Такой вид принимает расширяющаяся в межзвездной среде оболочка, заполненная разреженной плазмой, нагретой до сотен миллионов градусов. Горячая плазма, существование которой в остатках Сверхновых предсказал член-корреспондент АН СССР И. С. Шкловский, должна излучать в рентгеновском диапазоне. Это излучение обнаружено у Крабовидной туманности, трех старых и двух самых молодых остатков Сверхновых Галактики — Кассиопеи А и Кассиопеи В (так с XVI века обозначается на звездных картах Новая Тихо Браге).

Сверхновые в нашей Галактике настолько редкое событие, что ряд сведений, полученных Тихо Браге и его коллегами, сохранил не только историческое, но и непосредственное научное значение для современной астрофизики. В исследовании этих реликтов телескопическая астрономия и радиоастрономия нашего столетия встречаются с далекими XI, XVI и XVII веками. В этом и заключается одна из оригинальных особенностей изучения Сверхновых звезд.

ИНФОРМАЦИЯ

ЕЩЕ РАЗ О ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЯХ НА ПОВЕРХНОСТИ СОЛНЦА

«Земля и Вселенная» уже сообщала, что детектор, установленный на орбитальной солнечной обсерватории OSO-7, зарегистрировал гамма-излучение от Солнца (№ 1, 1973 г., стр. 20). Это излучение американские исследователи рассматривают как доказательство того, что на поверхности Солнца во время сильных вспышек идут ядерные реакции.

Действительно, гамма-излучение по времени точно совпадает с солнечной вспышкой. А главное, в спектре гамма-излучения обнаружены четыре максимума с энергиями 0,5; 2,2; 4,4 и 6,1 Мэв. Каждый из этих максимумов соответствует определенной ядерной реакции, подобно тому как линия в оптическом спектре указывает на определенный переход между двумя состояниями атома.

Гамма-кванты с энергией 0,5 Мэв образуются при аннигиляции электронов и протонов. Гамма-кванты с энергией 2,2 Мэв излучаются либо при захвате нейтрона протоном с последующим образованием дейтерия, либо при неупругом столкновении двух протонов, в результате чего также появляется ядро дейтерия. Сложнее обстоит дело с интерпретацией остальных максимумов в спектре солнечного излучения. По-видимому, кванты с энергией 4,4 и 6,1 Мэв — результат высвечивания возбужденных состояний ядер углерода-12 и кислорода-16. Возбуждение этих ядер происходит при столкновении их с протонами, ускоренными в солнечной вспышке.

Связь солнечного гамма-излучения со вспышками вполне понятна: чтобы протекали ядерные реакции, необходимы большие энергии частиц. Не каждая вспышка поставляет ускоренные частицы в достаточном количестве. Поэтому не случайно, что ядерное гамма-излучение наблюдалось во время сильной вспышечной активности в августе 1972 года.

«Nature», **241**, *5388*, 1973.

СУЩЕСТВУЕТ ЛИ ТРАНСПЛУТОНОВАЯ ПЛАНЕТА?

Гипотетическую трансплутоновую планету, предсказанную Дж. Бреди, безуспешно искали астрономы Гриничской обсерватории («Земля и Вселенная», № 2, 1973 г., стр. 37). Еще одну попытку предприняли американские астрономы А. Клемола и Е. Харлан. Тщательно обследовав участок неба в созвездии Кассиопеи, где должна бы находиться гипотетическая планета, они не обнаружили ни одного движущегося объекта ярче 17—18-й величины. Между тем, согласно Бреди, планета не слабее 13—14-й величины.

Американские астрономы П. Голдрейх и В. Вард считают несовместимой современную конфигурацию Солнечной системы с существованием трансплутоновой планеты. Планета Бреди имеет массу 0,0009 солнечной, что в 3 раза превышает массу Сатурна. Она движется по орбите, наклоненной к плоскости эклиптики на 120°, совершая один оборот вокруг Солнца за 464 суток. Если все это справедливо, то планета должна оказывать два сильных эффекта на Солнечную систему. Во-первых, вызывать прецессию плоскости, в которой лежат известные планеты, относительно оси, находящейся в той же плоскости. Период прецессии чуть больше 10^7 лет. Во-вторых, возмущения со стороны трансплутоновой планеты нарушили бы компланарность орбит внешних планет за время порядка 10^6 лет.

Голдрейх и Вард полагают, что неточности в движении кометы Галлея связаны с действием негравитационных сил. Такие силы могут быть порождены реактивным действием летучих материалов, которые теряет кометное ядро.

«Sky and Telescope», **45**, *1*, 1973.

Сергей Алексеевич Казаков

(к 100-летию со дня рождения)

В последние годы жизни С. А. Казакова, с 1930 по 1936 год, мне приходилось встречаться с ним почти ежедневно. Впервые я увидел Сергея Алексеевича в начале сентября 1930 года на организационном собрании механико-математического факультета Московского государственного университета, где он выступал перед студентами первого курса, знакомил их с факультетом и обсерваторией. Небольшого роста, с медленными движениями, до предела отшлифованной речью, чуть-чуть рисующийся, он мне — новичку, впервые пришедшему в университет, показался каким-то совершенно особенным человеком...

Родился Сергей Алексеевич 25 июля 1873 года в Рыбинске. Отец его был чиновником городской управы. Он умер в 1881 году, оставив жену и четверых детей почти без средств к существованию. Вследствие материальных затруднений С. А. Казаков только в 1883 году, уже в десятилетнем возрасте, поступил в Рыбинскую классическую гимназию. Учась в старших классах, он вынужден был заниматься репетиторством, чтобы материально поддержать семью. Гимназию С. А. Казаков окончил с золотой медалью в 1891 году.

В том же году Сергей Алексеевич поступил на физико-математический факультет Московского университета, после окончания которого в 1895 году по ходатайству профессора В. К. Цераского был оставлен при университете для подготовки к профессуре. Сдав магистерские экзамены, приват-доцент С. А. Казаков в 1900/01 учебном году начал чтение лекций в университете. Первым его лекционным курсом стала небесная механика, которую до С. А. Казакова читал П. К. Штернберг. Небесная механика и в дальнейшем оставалась основной темой научной деятельности Сергея Алексеевича. Он изучил труды Гюльдена, Пуанкаре, Хилла, Дарвина и других выдающихся основоположников небесной механики. Затем занялся теорией определения и исправления орбит небесных тел, в частности, орбиты кометы 1904 I. Эта комета была открыта Бруксом 16 апреля 1904 года и наблюдалась на многих обсерваториях до 5 июня 1905 года.

Сергей Алексеевич Казаков (1873—1936) в рабочем кабинете

С. А. Казаков имел в своем распоряжении 1216 наблюдений кометы, полученных на различных обсерваториях. Но, как потом выяснилось, не было положения некоторых звезд сравнения. Поэтому на 15-дюймовом астрографе Московской обсерватории Сергей Алексеевич сам получил ряд фотографий, обработал их и определил положение 59 звезд сравнения, необходимых для вычисления орбиты кометы. За время этой работы Сергей Алексеевич обнаружил, что координаты большинства звезд в зоне северных склонений от 50 до 55° были только в одном каталоге. Определить собственное движение звезды, зная лишь одно ее положение, невозможно.

Разумеется, многие из нас, встретившись с подобными трудностями, растерялись бы. Да и не в этом дело. Владеть в совершенстве методами небесной механики, фотографической и классической астрометрии, с современной точки зрения, немыслимо. С. А. Казакова это не смутило. Он решил снова провести наблюдение всех звезд северной зоны от 50 до 55° на меридианном круге Московской обсерватории. Работа продолжалась пятнадцать лет. В процессе ее выяснилось, что 69 звезд этой зоны прежде не наблюдались; у 127 звезд были определены только по одному разу прямые восхождения, у 111 — только склонения. Обработать свои наблюдения Сергей Алексеевич не смог. «Каталог московской зенитной зоны» от +50 до +55° составила после смерти Сергея Алексеевича его ученица Т. С. Мешкова. Но это не единственное исследование, проведенное С. А. Казаковым. Он занимался теорией движения Луны, методами произвольных постоянных, вычислял орбиты комет 1896 VII и 1907 III, определял эксцентриситет в орбитах цефеид и многое другое.

Педагогическую деятельность Сергей Алексеевич начал с 1900 года в частном реальном училище Фидлера и гимназии Креймона (математика), затем на Высших женских курсах (математический анализ) и в Московском университете.

В 1903 году Сергей Алексеевич получил командировку в Берлинский вычислительный институт, где работал под руководством известных ученых Ю. Баушингера, А. Бербериха, П. Нейгебауэра. Вернувшись в Московский университет, он впервые организовал на физико-математическом факультете специальный курс вычисления и исправления планетных и кометных орбит, который вел на протяжении многих лет.

Позднее он организовал курс вычислительной техники, который пользовался у студентов большим успехом, так как на практических занятиях Сергей Алексеевич учил студентов всем премудростям и тонкостям вычислительной техники. Долгое время после В. К. Цераского он вел курс теоретической астрономии.

В последние годы жизни Сергей Алексеевич читал лекции и работал над учебником по сферической астрономии, который вышел из печати в 1935 году. Это был первый учебник на русском языке, удовлетворявший всем требованиям точности определений, строгости вывода теорем и пунктуальности изложения. Тогда же Сергей Алексеевич начал работу над очередным учебником по теоретической астрономии. Труд не был завершен, ибо болезнь подкрадывалась неотступно...

Сергей Алексеевич был замечательным педагогом. Он всегда тщательно готовился к лекциям и читал их без конспектов. Заходя к нему домой, я часто заставал Сергея Алексеевича в кабинете, на диване, в его излюбленной позе — сидящим, поджав ноги. Перед ним не было ни книг, ни бумаги. И когда я обращался к нему, он тихо просил: «Не беспокойте меня, я работаю над лекцией».

Удивительно искусно проводил Сергей Алексеевич экзамены. Он не только проверял знания студента, но очень удачно и своеобразно обогащал кругозор экзаменующегося.

После Великой Октябрьской революции С. А. Казаков в числе немногих профессоров Московского университета пришел в Наркомат просвещения, предложил свои услуги и занял пост секретаря отдела университетов. Даже оставив впоследствии эту работу, Сергей Алексеевич почти до конца своей жизни числился консультантом по вопросам университетского образования. С. А. Казаков состоял членом Государственного ученого совета, Учебно-методического совета при Управлении университетов. В последние годы жизни он был председателем Астрономического комитета и членом Высшей аттестационной комиссии. В 1929 году университет посылал его представителем в Московский Совет.

По своим воззрениям С. А. Казаков был убежденным материалистом, хорошо знакомым с философией, историей и литературой; на лекциях он часто приводил на память цитаты из работ Ленина, Энгельса, а также из произведений классиков русской и зарубежной литературы.

Сергея Алексеевича никогда не забудут те, кто в той или иной мере близко знал его. Благодарную память о нем сохранят и студенты, которые слушали его лекции, восприняв от него много хорошего.

Профессор
К. А. КУЛИКОВ

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

60-летие открытия Северной Земли

К началу XX века очертания северного побережья Европы, Азии и Северной Америки на картах отображались, в общем, достаточно правильно. Тогда считалось, что все наиболее значительные архипелаги и острова были открыты. Непосещенной все еще оставалась бо́льшая часть Центральной Арктики. Правда, норвежская полярная экспедиция Ф. Нансена на «Фраме» в 1893—1896 годах пересекла околополюсное пространство во время ледового дрейфа.

Взглянув на карту арктического побережья СССР, сразу замечаешь, как далеко «вклинился» в Северный Ледовитый океан полуостров Таймыр. Его самую крайнюю точку — мыс Челюскин — разделяет с Северной Землей сравнительно узкий пролив Вилькицкого. Архипелаг этот с запада омывает Карское море, а на востоке — море Лаптевых.

Водное пространство около Таймыра считалось в начале XX века уже сравнительно исследованной полярной территорией. За последние двести лет здесь работали многие русские морские и сухопутные экспедиции. Самой большой из них была Великая Северная экспедиция (1734—1742 годы), изучавшая северное и восточное побережье России. Один из ее выдающихся участников — штурман С. И. Челюскин первым попытался обследовать район Ледовитого океана севернее Таймыра. В 1742 году отважный исследователь прошел по морским льдам около 20 км к северу от крайней, открытой им, точки Азиатского материка и находился совсем близко у неведомой и не увиденной земли — нынешнего острова Большевик. Тяжелые условия похода и продолжение работ по описанию побережья Таймыра вынудили пытливого штурмана прервать свой поход на север. Небезынтересно, что позднее в этом же самом районе побывали в разное время такие выдающиеся полярники, как академик А. Ф. Миддендорф, А. Э. Норденшельд, Ф. Нансен, Э. В. Толль и другие. Но и они, находясь поблизости от Северной Земли, также не увидели ее, вероятно, из-за частых и густых туманов.

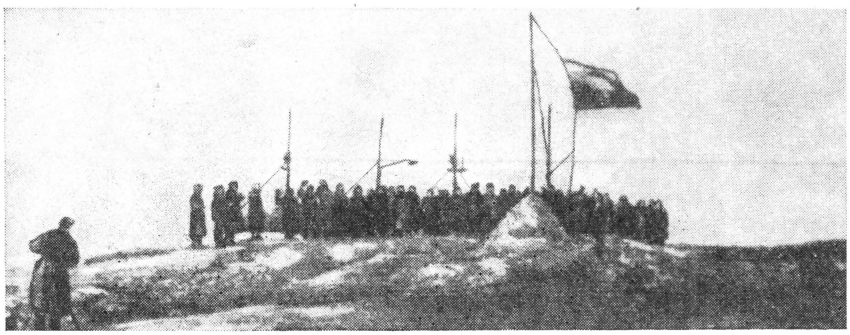
Советский полярный исследователь А. Ф. Лактионов приводит в книге «Северная Земля» интересное высказывание, сделанное в 1869 году чиновником Туруханского края П. Третьяковым: «Нам не раз приходилось слышать на месте рассказы о том, что на море есть иная земля, откуда переходят песцы и белые медведи. Не тянутся ли от Новой Земли в виде архипелага острова к Северо-Восточному мысу (Прежнее название мыса Челюскина.— Е. З.)?». Во время плавания по Северному морскому пути на «Веге» в 1878—1879 годах А. Э. Норденшельд отмечал, что «из птиц мы видели множество плавунчиков, очень многочисленную стаю казарок, перелетавших, по-видимому, на юг с какой-нибудь полярной земли, расположенной севернее мыса Челюскина». В конце прошлого века П. А. Кропоткин с горечью констатирует, что «Земля, которую мы провидели сквозь мглу (Земля Франца-Иосифа.— Е. З.), была открыта Пайером и Вайпрехтом, а архипелаг, который должен находиться на северо-востоке от Новой Земли (я в этом убежден еще больше, чем тогда), так еще не найден».

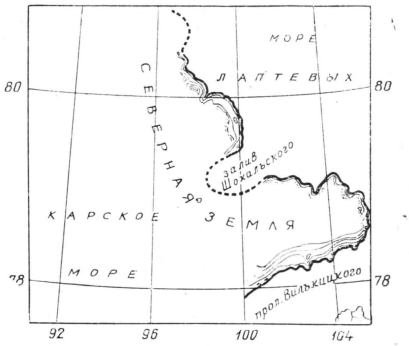
Несмотря на предположения о возможности существования «земель» ближе к полюсу, никто не думал, что крупный архипелаг может оказаться буквально рядом с северной оконечностью Азии. На карте Арктики, приложенной к первому русскому изданию труда Нансена о дрейфе «Фрама», широкая полоса акватории севернее Таймыра показана уже как исследованная область.

Честь открытия архипелага, расположенного в непосредственной близости от Таймыра, выпала на долю русских военных моряков — участников Гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана 1910—1915 годов. По тем временам это была прекрасно оборудованная и хорошо оснащенная комплексная полярная экспедиция. Помимо составления более точных мореходных карт и лоций Северного морского пути, намечалось попутно осуществить обширные метеорологические, аэрологические, океанологические, геологические, зоологические, ботанические и другие работы.

Для выполнения намеченных задач на Невском судостроительном заводе в Петербурге были построены в 1908—1909 годах однотипные гидрографические суда «Таймыр» и «Вайгач». Это — пароходы ледокольного типа (длина 54,9 м, ширина 10,7 м, водоизмещение 1292 т). Оба корабля были зачислены в состав Русского военно-морского флота, а экипажи укомплектованы военными моряками (по 50 человек).

Первоначально предполагалось, что исследования Северного морского пути, рассчитанные на пять лет, будут вестись с запада на восток, но позд-





нее признали целесообразным проводить эти работы со стороны Берингова пролива. Согласно плану, судам предстояло каждое лето выходить из Владивостока в Ледовитый океан, постепенно продвигаясь все дальше и дальше на запад. До этого лишь однажды (в 1878—1879 годах) экспедиции Норденшельда на «Веге» удалось пройти с одной зимовкой весь Северный морской путь целиком, но только с запада на восток.

Пароходы направились из Петербурга на Дальний Восток обычным путем — через Суэцкий канал и Индийский океан. В июле 1910 года моряки благополучно достигли Владивостока и вскоре ушли в свой первый поход на север. В ту навигацию они проникли только в район к западу от чукотского селения Уэлен (вблизи мыса Дежнева).

Это плавание было своеобразной разведкой, в которой удалось ознакомиться со специфическими условиями плавания в Северном Ледовитом океане. На следующий год предстояло выполнить гидрографические работы вплоть до устья Колымы, а в 1912 году корабли смогли пройти еще западнее — до устья Лены и дальше к острову Петра у восточного побережья Таймыра. Тяжелые сплоченные льды в западной части моря Лаптевых, примерно в 150 милях от мыса Челюскина, остановили продвижение судов на запад. 5 сентября 1912 года начальник экспедиции вынужден был отдать приказ о возвращении во Владивосток. Результаты третьего похода экспедиции оказались весьма плодотворными: впервые суда, выйдя из Владивостока, смогли достичь устья Лены.

В 1913 году исследования были продолжены на запад от Лены. В пути внезапно заболел начальник экспедиции И. С. Сергеев. Его сменил командир «Таймыра» Б. А. Вилькицкий — сын начальника Главного гидрографического управления Морского министерства России, известного военного гидрографа и деятеля Русского географического общества генерала А. И. Вилькицкого — одного из организаторов экспедиции Северного Ледовитого океана.

Впервые, огибая с севера Новосибирские острова, экипаж «Таймыра» 10 августа обнаружил ранее неизвестный небольшой остров, названный в честь А. И. Вилькицкого его именем. После удачных совместных работ по описанию западного побережья моря Лаптевых и прилегающих к нему островов оба экспедиционных судна 1 сентября остановились в 12 милях от мыса Челюскина. Путь на запад был закрыт сплошным невзломанным льдом большой толщины. В поисках свободного прохода решили продвигаться на север вдоль кромки ледяного поля и, обогнув его, выйти к побережью Таймыра. Вскоре на этом переходе, к северо-востоку от мыса Челюскина, показалась низменная полоса земли. Так был открыт неизвестный ранее остров Малый Таймыр.

На пути кораблей начали попадаться большие айсберги высотой до 10—12 м. Они вызвали оживленные комментарии участников экспедиции: никто из полярных исследователей не встречал прежде вблизи полуострова Таймыр плавающих обломков ледников. Трудно было определить, откуда они принесены. Некоторые моряки ошибочно полагали, что эти айсберги «отелились» на Новой Земле или даже на Земле Франца-Иосифа.

Рано утром 3 сентября 1913 года с обоих судов почти одновременно заметили очертания высокого гористого берега с пятнами снега. «Таймыр» и «Вайгач» приблизились к большому острову (ныне остров Большевик). В вахтенном журнале «Вайгача» 21 августа (3 сентября) штурман записал: «3 часа 55 минут в северо-западном направлении открыли высокий и обрывистый берег. Широта — 78°24′ сев., долгота — 106°22′ вост. На берег отправлена партия для производства астрономических и магнитных наблюдений».

Участник экспедиции судовой врач Э. Е. Аргольд в книге «По заветному пути» (1929 год) так описывает природу вновь открытой земли: «Прибрежная часть была низменная, со-

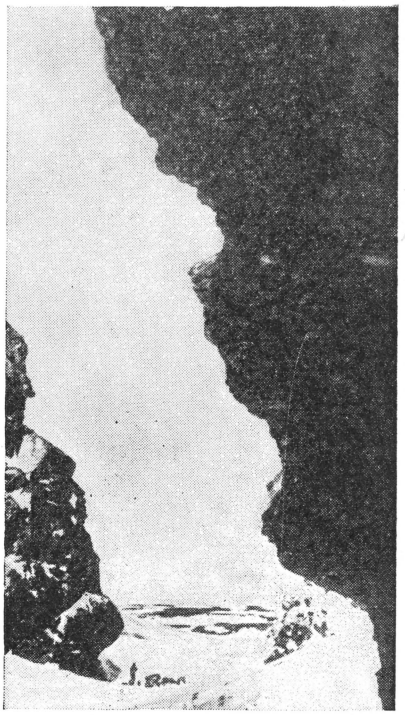
4 сентября 1913 года на восточном берегу Северной Земли был поднят русский флаг

Карта Северной Земли по материалам Гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана 1914 года

стоящая из глины, покрытой галькой и кое-где коричневым полярным мхом. Другой растительности не было никакой. Приблизительно в километре от берега поднимались горы, усеянные сплошь вулканами, состоящими из твердых известняковых пород. Взобравшись на одну из первых гор, около 450 метров высотой, мы увидели бесконечный ряд гораздо более высоких гор, уходящих в глубь страны и отчасти покрытых ледниками. Некоторые из них имели коническую форму, напоминающую потухшие вулканы... Само собой разумеется, что мы не заметили никаких следов пребывания человека на этой земле». Известный полярник доктор Л. М. Старокадомский в книге «Пять плаваний в Северном Ледовитом океане. 1910—1915» отметил, что никаких ледников на побережье моряки не заметили, но «невольно напрашивалась мысль, что таинственные ледяные горы происходят от глетчеров, находящихся на этой высокой, широко раскинувшейся земле». Позже эта догадка полностью подтвердилась.

4 сентября 1913 года экипажи сошли на берег, чтобы присутствовать на торжественной церемонии подъема русского национального флага на вновь открытой земле, вскоре получившей имя императора Николая II, а в 1926 году свое окончательное наименование — Северная Земля. В приказе, зачитанном начальником экспедиции, говорилось: «Мы установили, что вода на север от мыса Челюскина не широкий океан, как его считали раньше, а узкий пролив. Это открытие само по себе имеет большое научное значение, оно объяснит многое в распределении льдов океана и даст новое направление поискам Великого пути...».

Ледовая обстановка в проливе (позднее названном в честь Б. А. Вилькицкого) между мысом Челюскина и открытой сушей не позволила провести обследования южного берега острова. В дальнейших поисках прохода на запад «Таймыр» и «Вайгач» двигались к северу вдоль восточных берегов Северной Земли. Им удалось подняться до северной ее оконечности (81°07′ с. ш.). Здесь царил непроходимый лед, и пробиться к западному берегу архипелага не уда-



■

Весна на Северной Земле: появились сосульки, заструились ручейки талой воды

■

На мысе Ворошилова. Эти мрачные ворота впервые пропустили людей

■

Маршруты санных походов Г. А. Ушакова и Н. Н. Урванцева по Северной Земле в 1930—1932 годах

■

Причудливый айсберг

■

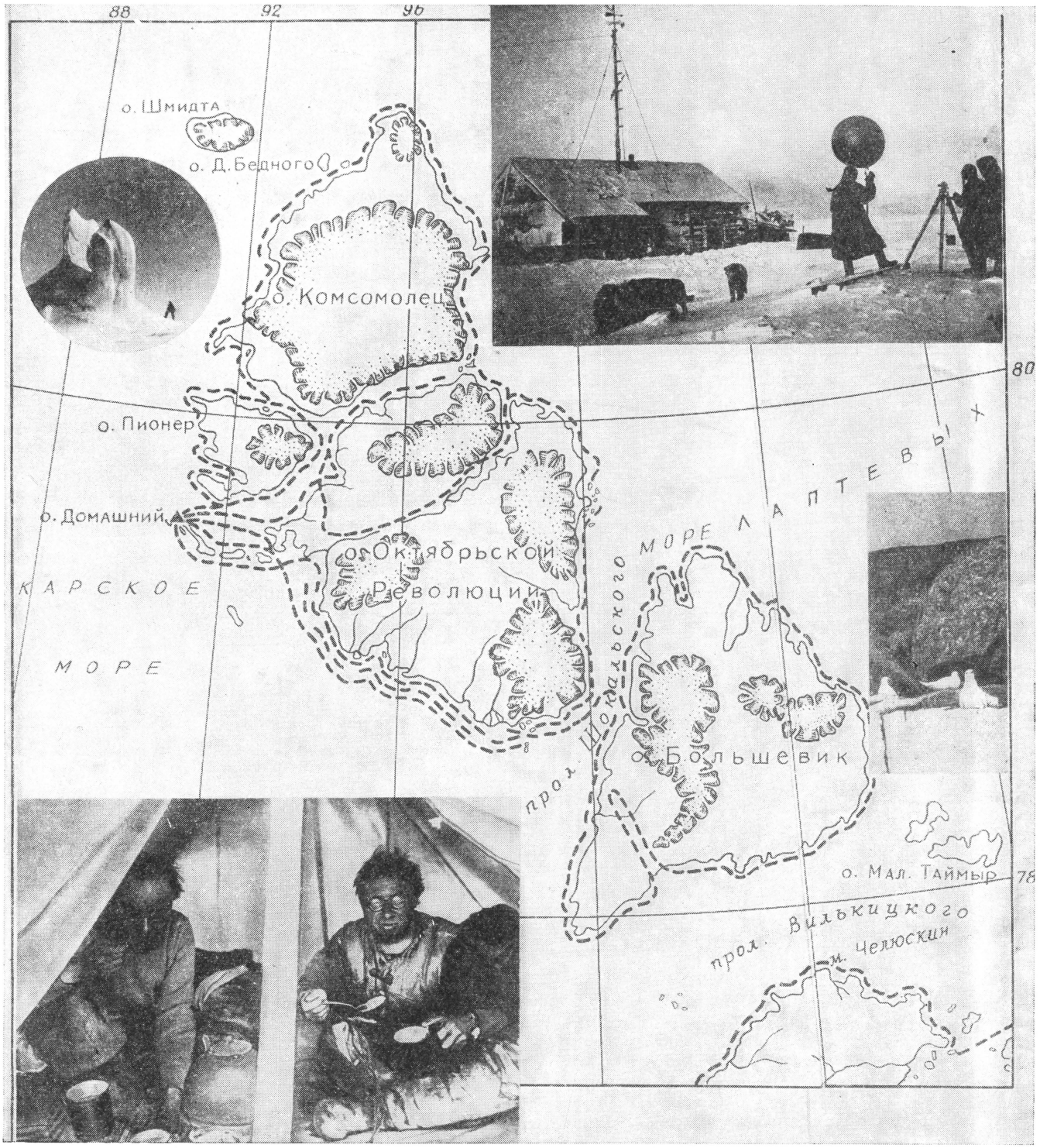
Полярная станция на острове Домашнем сохранилась до наших дней

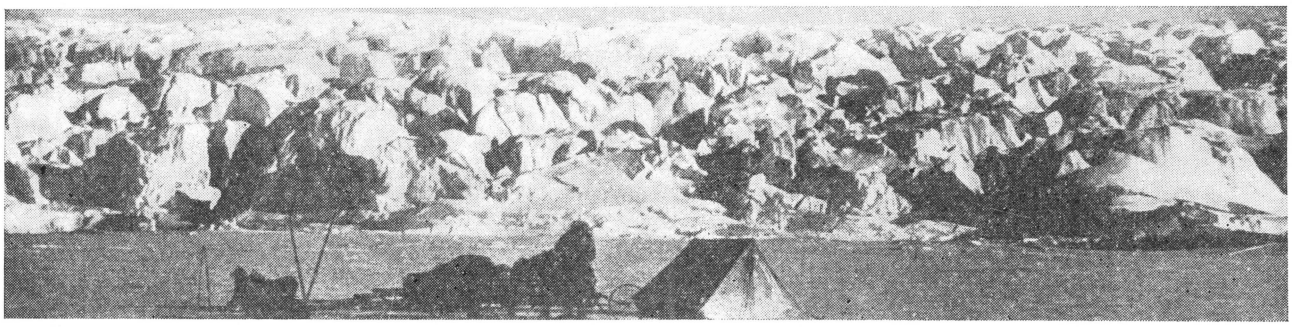
■

Полярные чайки на скалах

■

Г. А. Ушаков и Н. Н. Урванцев в палатке после очередного похода


88
92
96
80
78
о. Шмидта
о. Д. Бедного
о. Комсомолец
о. Пионер
о. Домашний
о. Октябрьской Революции
о. Большевик
о. Мал. Таймыр
КАРСКОЕ МОРЕ
МОРЕ ЛАПТЕВЫХ
прол. Шокальского
прол. Вилькицкого
м. Челюскин



лось. Суда вынуждены были вернуться назад, к проливу Вилькицкого, где надеялись дождаться улучшения ледовой обстановки. Но этого не произошло. Был отдан приказ возвращаться во Владивосток.

На обратном пути экспедиция посетила остров Беннета (Новосибирские острова) с целью розыска геологических коллекций, собранных и оставленных здесь еще в 1902 году геологом Э. В. Толлем. Эти ценные коллекции удалось найти и взять на борт «Таймыра». На северном берегу острова моряки установили крест с медной доской в память погибших в 1902 году начальника Русской полярной экспедиции Академии наук Э. В. Толля и трех его спутников.

Наступил следующий 1914-й год. В эту навигацию было выполнено описание всего южного берега открытой ранее земли вплоть до ее юго-западной оконечности, названной мысом Неупокоева. Однако площадь суши и характер расчленения берегов оставались неясными. Кратковременные высадки на берег не могли принести достаточных сведений о природе архипелага.

Дальнейшему изучению в 1914 году вновь помешали тяжелые льды, при форсировании которых оба судна получили серьезные повреждения и вынуждены были стать на зимовку в районе залива Толля на Северо-Западном Таймыре (к западу от мыса Челюскина). Во время этой зимовки участники экспедиции продолжали интенсивно вести научные наблюдения. После окончания более чем трехмесячной полярной ночи моряки смогли отремонтировать свои суда и подготовить их к походу. Льды, державшие корабли в могучих тисках, пришли в движение и море вскрылось. В начале августа 1915 года «Таймыр» и «Вайгач» смогли возобновить прерванный путь на запад. В конце лета суда достигли Архангельска, где участникам экспедиции была устроена торжественная встреча.

Гидрографическая экспедиция Северного Ледовитого океана заканчивалась в разгар первой мировой войны. Это обстоятельство повлияло на решение о ликвидации и расформировании экспедиции 14 октября 1915 года.

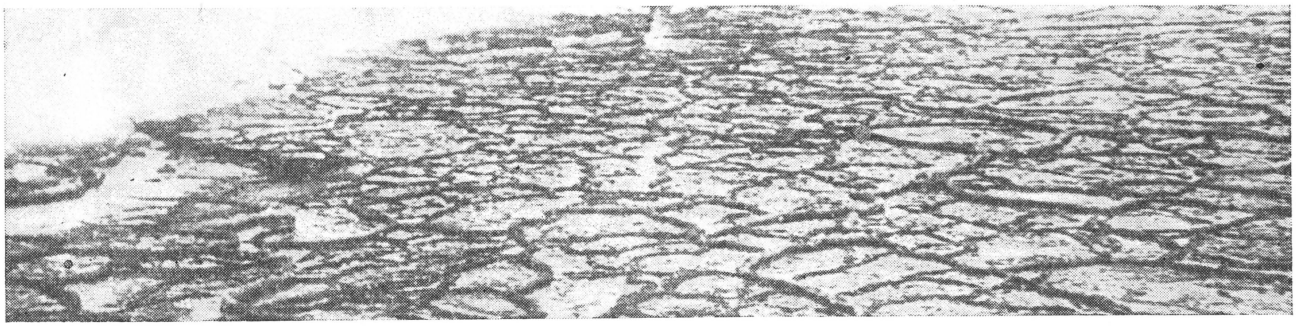
Итак, впервые в истории два русских судна прошли весь Северный морской путь с востока на запад с одной зимовкой. В экспедиции участвовали многие замечательные моряки и гидрографы — Б. В. Давыдов, К. К. Неупокоев, Л. В. Сахаров, Г. Л. Брусилов, А. М. Лавров, Н. И. Евгенов и другие. Благодаря их самоотверженной работе и высокому сознанию своего долга перед Родиной и наукой, экспедиции удалось осуществить ценные исследования в Арктике.

Успешное завершение этих работ научная общественность и правительство России отметили как выдающееся достижение. «В ознаменование плавания и трудов Гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана по исследованию Великого Северного морского пути» 80 участников похода были награждены золотыми и серебряными медалями «За усердие», а несколько офицеров — орденами. Специально учрежденный особый нагрудный знак был вручен всем участникам плаваний 1913—1915 годов. Совет Русского географического общества присудил «За труды по открытию новых полярных земель к северу от Азии» свою высшую награду — Константиновскую медаль — начальнику экспедиции.

Зарубежные научные общества также высоко оценили заслуги русских полярных исследователей. Горячее поздравление с блестящим успехом Гидрографической экспедиции прислал Совет Французского географического общества. Совет расценил эти работы как подвиг, принесший честь науке и флоту России, а за открытие Северной Земли присудил начальнику экспедиции Б. А. Вилькицкому золотую медаль «Ла Рокет», которой отмечались наиболее крупные достижения исследователей Арктики. В 1926 году Шведское общество антропологии и этнографии наградило Б. А. Вилькицкого золотой медалью «Вега», присуждаемой за выдающиеся географические открытия (до этого лауреатами «Веги» были

■

Один из многочисленных ледников архипелага, сползающих в море



знаменитые русские путешественники и географы Н. М. Пржевальский и В. В. Юнкер). В известной книге «Северо-восточный проход» выдающийся норвежский полярный исследователь Руал Амундсен справедливо заметил, что «в мирное время эта экспедиция возбудила бы восхищение всего цивилизованного мира».

После открытия Северной Земли в ее исследованиях наступил долгий перерыв. В первую очередь он был вызван мировой и гражданской войнами, наступившими после них трудностями, связанными с восстановлением страны, а также с рядом других причин.

На заседании правительственной Арктической комиссии в феврале 1930 года с проектом снаряжения небольшого отряда для картирования и обследования Северной Земли выступил известный советский полярник Г. А. Ушаков. Он только что возвратился с острова Врангеля, где в течение трех лет возглавлял первую зимовку. Смелый план Ушакова был одобрен комиссией, а затем утвержден Совнаркомом. Так возникла Североземельская экспедиция. В ее состав кроме начальника Г. А. Ушакова вошли видный полярный геолог, исследователь Таймыра Н. Н. Урванцев, опытный помор — охотник С. П. Журавлев и ленинградский радист В. В. Ходов.

■

Море покрылось молодым льдом

За два года напряженной работы в необычайно трудных условиях эти люди стерли с карты Арктики большое «белое пятно». На его месте впервые были нанесены все основные острова архипелага, имеющие общую площадь около 37 000 км^2. Североземельская экспедиция была одной из последних выдающихся экспедиций в Арктике, выполненных в духе «старой школы» полярных исследователей, которые передвигались пешком и на собачьих упряжках, сами заранее организовывали для своих предстоящих продолжительных маршрутов продовольственные депо и склады корма собакам. Всего ими было пройдено около 5000 км. Приняв своеобразную научную эстафету от Русской гидрографической экспедиции 1910—1915 годов, Советская Североземельская экспедиция 1930—1932 годов окончательно открыла нехоженый архипелаг.

В последующие годы на Северной Земле была создана сеть метеорологических полярных станций, работали экспедиции Гидрографического управления Главсевморпути, Арктического и Антарктического института, Института геологии Арктики. Однако еще и сегодня природа этого полярного архипелага остается недостаточно изученной и ждет своих новых исследователей — продолжателей дела, начатого экспедициями Русской гидрографической и Советской Североземельской...

Шестьдесят лет назад русские военные моряки, прокладывая жизненно необходимый для страны путь во льдах Арктики, сделали крупное научное открытие. Экспедиция на судах «Таймыр» и «Вайгач» удачно разрешила поставленную перед ней задачу и помогла освоить значительную часть Северного морского пути. Выполненные в полярных морях, омывающих северное побережье России, обширные гидрографические, гидрометеорологические, аэрологические, океанографические и другие наблюдения послужили основой для составления новых мореходных карт, первой лоции восточной части Ледовитого океана и других важных работ, необходимых для географического описания Арктики.

Гидрографическую экспедицию Северного Ледовитого океана по праву считают одной из крупнейших географических экспедиций начала XX столетия. По мнению почетного академика Ю. М. Шокальского, ее работы положили начало географическим исследованиям арктических морей, исследованиям, которые практически стали отправным моментом для освоения всей трассы Северного морского пути.

Е. М. ЗИНГЕР

Фотографии любезно предоставлены семьей Г. А. Ушакова

●

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

Кандидат физико-математических наук
В. В. ШЕВЧЕНКО

Небесная музыка

«Музыка есть повсюду, где есть гармония, порядок, пропорция, и до сих пор мы можем считать, что существует музыка сфер, так как упорядоченные движения и правильные интервалы, хотя и не воспринимаются слухом, но исполнены гармонии для нашего разума».

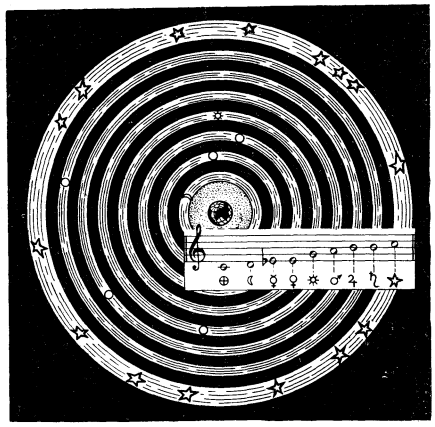
Томас Браун, 1642 г.

«Музыка сфер» — широко известный литературный образ прекрасной музыки. Однако в античной науке это выражение являлось астрономическим термином. В основе его лежит одно из самых ранних представлений об устройстве Вселенной и, в частности, Солнечной системы.

Наблюдая за перемещениями небесных светил, античные астрономы выделили два вида объектов — неподвижные звезды и планеты, меняющие свое положение относительно звезд. Из этих наблюдений родилась модель Вселенной, состоящая из вложенных друг в друга сфер. В центре системы помещалась Земля. С ней соседствовала Луна, далее шли Меркурий, Венера, Солнце, Марс, Юпитер, Сатурн — планеты, видимые невооруженным глазом, и наше дневное светило. Каждая планета и Солнце имели свое собственное «небо» — сферу.

Каковы были радиусы сфер? Очевидно, тогдашний арсенал знаний и технических приспособлений не позволял провести нужных измерений. Решение было найдено другим путем — с помощью общих философских рассуждений.

Процветавшая в древнем мире философская школа пифагорейцев, основанная знаменитым математиком Пифагором, учила, что количественные отношения в природе подчинены всеобщей гармонии. Да и как иначе можно выразить все совершенство природы? Не было исключением и устройство Вселенной. Пифагорейцы утверждали, что расстояние между небесными светилами, точнее между сферами светил, можно представить шкалой музыкальных звуков.

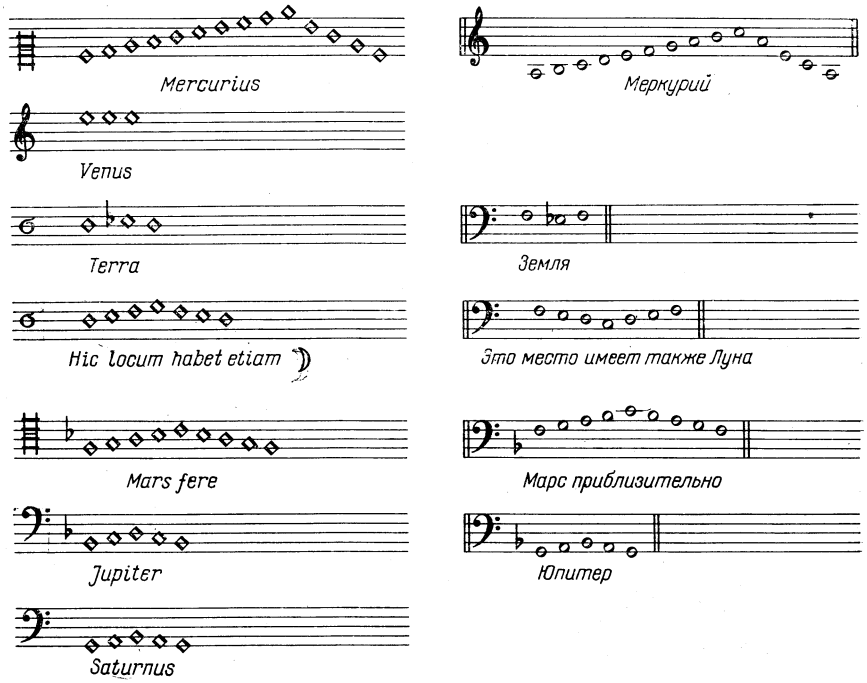


Система хрустальных сфер по представлениям древних греков (сечение в плоскости эклиптики). Внешняя сфера содержала звезды. Сферы, несущие планеты, располагались соответственно скорости вращения планеты. Сразу за сферой неподвижных звезд помещался Сатурн, потом Юпитер, Марс, Солнце, Венера, Меркурий и Луна. Земля находилась в центре. Расстояние между сферами соответствовало музыкальным интервалам

Рассказывают, что открыл простые числовые соотношения между музыкальными тонами сам Пифагор. Проходя однажды мимо кузницы, он услышал, как молоты разных размеров при ударе о наковальню издают звуки различной высоты, точно воспроизводя музыкальную шкалу. После того как молоты были взвешены, оказалось, что звуки, отстоящие друг от друга на октаву, воспроизводились молотами, один из которых весил вдвое меньше другого. Понижение звука на два с половиной тона соответствовало увеличению веса на одну треть и так далее.

Пифагорейцы считали, что расстояния между светилами соответствуют музыкальным интервалам: от Земли до Луны — один тон, от Луны до Меркурия — полутон, от Меркурия до Венеры — полутон, от Венеры до Солнца — полтора тона и далее: тон — полутон — тон до сферы неподвижных звезд, отстоящей от Земли на октаву. Этот звукоряд с небольшим изменением известен музыкантам как дорийский лад. Была предложена и мера длины, соответствующая одному тону,— в современных единицах она равна около 20 000 километров. Предполагалось, что при вращении каждая сфера издает музыкальный тон, а вся система сфер образует гармонию — «музыку сфер». Люди на Земле не слышат этой небесной симфонии лишь потому, что привыкли к ней с рождения и не замечают ее...

Модель Вселенной в виде вложенных друг в друга прозрачных сфер с «прикрепленными» к ним небесными телами была известна многим ученым древнего мира. В частности,



Аристотель рассматривал более сложный вариант сферической Вселенной. Для объяснения видимого движения планет Аристотель предположил, что у каждой планеты есть несколько сфер. Общее число «хрустальных оболочек» в модели Вселенной Аристотеля достигало пятидесяти пяти. Кроме того, в отличие от системы мира пифагорейцев, Солнце помещалось непосредственно за Луной, а пять известных планет располагались «выше» солнечных сфер.

Аристотелева модель Вселенной в виде геоцентрической системы мира Птолемея просуществовала вплоть до XVII века. Даже после того как на смену геоцентрической системе мира пришло учение Николая Коперника, представление о прозрачных сферах, определяющих движение планет, широко бытовало среди астрономов.

Идеи пифагорейцев о всеобщей мировой гармонии имели известное влияние, особенно в ранний период, на творчество Иоганна Кеплера. В своем первом астрономическом труде (1596 г.), за которым в литературе утвердилось краткое название «Космографическая тайна», Кеплер сделал попытку связать расстояния между планетами с параметрами различных многогранников, вписанных в сферы соответствующих небесных тел*.

Почти четверть века спустя Кеплер вновь возвращается к этим мыслям в сочинении «Мировая гармония». Помимо геометрических аналогий в одной из книг этого сочинения Кеплер обращается к музыкальным аналогиям. Пытаясь отыскать связи между пропорциями Солнечной системы и различными музыкальными фразами, он вновь вводит в астрономию представление о музыке сфер. По сравнению с «небесной музыкой» пифагорейцев рассуждения Кеплера более сложны. Он наделяет каждую планету собственным звукорядом, придавая этим музыкальным фразам мистический смысл. Например, как сказано в «Мировой гармонии», «Земля поет ноты MI, FA, MI, откуда можно догадаться, что в нашей юдоли царят MIseria (бедность) и FAmes (голод)».

Очевидно, самостоятельного научного значения рассуждения Кеплера о «музыке сфер» не имели. Однако они сыграли известную роль при выводе знаменитого третьего закона Кеплера. Идея о всеобщей гармонии во Вселенной, образно выраженная «музыкой сфер», побудила ученого искать различные закономерности в движении небесных светил. Кеплер попытался сопоставить периоды обращения планет с их расстояниями от Солнца. Ход его мысли был примерно таким. Если выразить периоды обращения планет вокруг Солнца в относительных величинах, приняв земной год за единицу, то для Меркурия, Венеры, Земли, Марса, Юпитера и Сатурна получится следующий ряд чисел:

0,24; 0,615; 1,00; 1,88; 11,86; 29,457.

Далее, в такой же относительной мере можно записать и расстояния планет от Солнца, взяв за единицу полуось земной орбиты:

0,387; 0,723; 1,00; 1,524: 5,203; 9,539.

Возведя числа первого ряда в квадрат, а другого — в куб, можно убе-

■

«Музыка сфер» по Кеплеру. Каждой планете Кеплер приписывал свою музыкальную фразу (слева). Чтобы облегчить прочтение этих фраз, сделан перевод в современные ключи — скрипичный и басовый

* А. М. Микиша. Иоганн Кеплер. «Земля и Вселенная», № 6, 1971 г. (Прим. ред.)

диться, что новые ряды совпадают:

квадрат периода обращения	0,058; 0,378; 1,00; 3,54; 140,7; 867,7;
куб среднего расстояния	0,058; 0,378; 1,00; 3,54; 140,8; 867,9.

Получив подобный результат, Кеплер сформулировал один из важнейших своих законов, который лег в основу небесной механики. Расхождения в числах для Юпитера и Сатурна тогда не принимались во внимание. Более строгая теория была дана уже позже Ньютоном. Таким образом, из всего обширнейшего труда о всемирной гармонии потомство приняло и сохранило только часть, касавшуюся вывода третьего закона Кеплера.

Сочинения Кеплера были последними, в которых еще «звучала» небесная музыка. Другие поколения астрономов уже не нуждались в этом образе. Однако отголоски идей о гармонии во Вселенной можно проследить и в более поздние эпохи. В конце XVIII века было предложено эмпирическое правило Тициуса — Боде, выражавшее расстояния планет от Солнца в виде простой прогрессии:

$4 = 4$	Меркурий
$4 + 3 \cdot 2^0 = 7$	Венера
$4 + 3 \cdot 2^1 = 10$	Земля
$4 + 3 \cdot 2^2 = 16$	Марс
$4 + 3 \cdot 2^3 = 28$	?
$4 + 3 \cdot 2^4 = 52$	Юпитер
$4 + 3 \cdot 2^5 = 100$	Сатурн
$4 + 3 \cdot 2^6 = 196$	Уран

Орбиты всех известных тогда планет довольно хорошо укладывались в этот ряд. Исключение составляло число 28, так как между Марсом и Юпитером никакой планеты известно не было. Начались поиски, и в самом начале XIX века открыли первую малую планету Цереру из многочисленной семьи астероидов, орбиты которых помещаются как раз между Марсом и Юпитером.

Просуществовав почти две тысячи лет в качестве астрономического понятия, небесные поющие сферы сохранились до нашего времени лишь как поэтический символ:

О, сферы из огней и золота! О, сферы!
Столь высоко дрожит меж пропастей их нить,
Что все счисления бессильны уследить
Их числа буйные, их дикие химеры!

(Э. Верхарн)

СОВЕТСКИЙ ТЕЛЕСКОП — НА ПОЧТОВОЙ МАРКЕ ЧИЛИ

Исполнилось десять лет советско-чилийскому научному сотрудничеству в области астрономии. В 1962 году в обсерватории Серро-Калан начались совместные наблюдения на чилийских и советских меридианных инструментах, а в 1967 году — работы на советском двухменисковом астрографе. Он был установлен в 90 км от Сантьяго, на горе Робле. (Наш журнал уже знакомил читателей с деятельностью советской астрометрической экспедиции в Чили. См. «Земля и Вселенная», № 2, 1973 г., стр. 16.— *Прим. ред.*).

В ознаменование успешного десятилетнего сотрудничества в Чили издана почтовая марка. На ней изображено главное здание обсерватории Серро-Калан, башня визуального рефрактора, а на переднем плане — советский двухменисковый астрограф.

Л. А. ПАНАИОТОВ

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

Названия малых планет

Владилена, Долорес, Нансения, Ролландия, Чайка, Спиридония, Агния, Боева — это названия малых планет, открытых в Симеизской обсерватории. В честь кого они получили свои имена?

До войны Симеизская обсерватория занимала одно из первых мест в мире по открытию малых планет. С очень скромным, 120-миллиметровым двойным астрографом симеизские астрономы Г. Н. Неуймин, С. И. Белявский, В. А. Альбицкий, П. Ф. Шайн и другие открыли несколько сот новых астероидов. Из них 127 получили названия и вошли в каталоги малых планет *. Сейчас наблюдения малых планет в Симеизе не ведутся. Дела симеизцев продолжает группа Института теоретической астрономии в Крымской астрофизической обсерватории. Там — центр астрономических исследований, а Симеиз — только его филиал.

По традиции, наблюдатель, открывший астероид, может дать ему имя. Но свои имена астероиды получают не сразу. Нужно прежде убедиться, действительно ли это новый астероид, не наблюдался ли он раньше, определить его орбиту, а уж потом можно и назвать его. Обычно астероидам даются имена в женском роде.

В названиях малых планет, открытых в Симеизской обсерватории, запечатлены приметы нашей героической эпохи. Малая планета № 852 носит имя великого вождя социалистической революции, создателя Советского государства Владимира Ильича Ленина. Эту планету открыл С. И. Белявский в апрельские дни предреволюционного 1916 года. В 1924 году астроном назвал ее **Владиленой** *.

Именем пламенной Пасионарии, выдающейся деятельницы испанского и международного коммунистического и рабочего движения Долорес Ибаррури назвал Г. Н. Неуймин планету № 1277. В 30-е годы ученый с волнением и болью следил за первой в Европе войной против фашизма. В память борцов-интернационалистов, сражавшихся в Испании, он в небе «зажег» **Гранаду**, присвоив это имя астероиду № 1159.

Тысячи обелисков установлено на земле в честь павших героев. А имя рядового Советской Армии Виктора Заславского увековечено в названии малой планеты, открытой в Симеизе.

Биография Виктора очень короткая. Учился в Одессе, в нынешней средней школе № 101. Был дружен с семьей симеизского астронома В. А. Альбицкого. Хотел стать астрономом, найти свою, еще никем не открытую звезду. Почти каждое лето Виктор гостил в Крыму, на обсерватории. Наблюдал звезды, Луну, планеты. Когда началась война, Виктор вместе с симеизскими астрономами уехал на Абастуманскую обсерваторию. В Грузии он закончил среднюю школу, затем Тбилисскую снайперскую школу и осенью 1943 года ушел на фронт. 15 июля 1944 года Виктор Заславский пал смертью храбрых. Ему в то время едва исполнилось девятнадцать. В победный 1945-й год В. А. Альбицкий одну из малых планет, открытую им в год рождения Виктора, назвал его именем. И теперь во всех каталогах малых планет астероид № 1030 значится под именем **Витя**.

Еще об одном защитнике Родины напоминает астероид № 1330 **Спиридония**, названный в честь моряка Черноморского торгового флота С. И. Заславского. Спиридон Ильич, дядя Виктора Заславского, был близким другом В. А. Альбицкого.

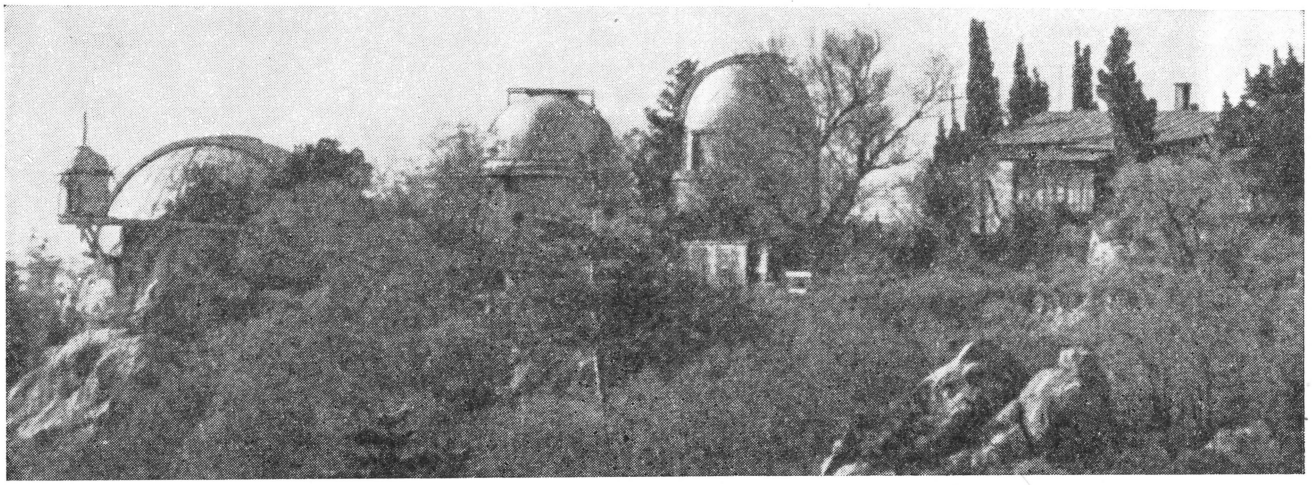
С первого года Октябрьской революции С. И. Заславский служил в торговом флоте на Черном море. Плавал судовым механиком на пароходах «Пестель», «Чичерин», «Катаяма». В октябре 1938 года «Катаяма» был захвачен в Средиземном море испанскими фашистами. Рейс с грузом зерна из Новороссийска в английский порт Фальмут был надолго прерван. Тогда же фашисты захватили еще два советских судна «Цюрупа» и «Макс Гельц». 216 дней томились в фашистских застенках 95 советских моряков. Только благодаря энергичным мерам, предпринятым Советским правительством, черноморские моряки были освобождены и вернулись на Родину.

В самом начале Великой Отечественной войны пароход «Красногвардеец», на котором С. И. Заславский служил старшим механиком, доставлял в осажденную Одессу боеприпасы, снаряжение, боевую технику. За успешное выполнение боевых заданий С. И. Заславский был награжден орденом Красной Звезды. В декабре

---

* Список малых планет, открытых в Симеизской обсерватории, приводится, например, в книге И. И. Неяченко «Планета в дар», которая вышла в этом году в издательстве «Таврия», Симферополь. (*Прим. ред.*)

* Н. С. Яхонтова. Планета, названная в честь Владимира Ильича Ленина. «Земля и Вселенная», № 2, 1970 г.



1941 года «Красногвардеец» высадил в Феодосии десантников, участников Керченско-Феодосийской операции. Здесь прямым попаданием бомбы пароход был потоплен. Это случилось 31 декабря 1941 года. А в марте 1942 года С. И. Заславский скончался в Новороссийском военном госпитале. Его похоронили на воинском кладбище в центре города. После ожесточенных боев за «малую землю», длительных бомбежек и артиллерийских обстрелов могила затерялась. Но память о славном патриоте жива.

Люба, Ната, Тамара — имена героинь 30-х годов. То было время первых «крылатых». Юноши и девушки ринулись на штурм неба. В их рядах и три смелые девушки: Люба Берлин, Тамара Иванова и Ната Бабушкина.

Покорение пятого океана было нелегким. В нем тоже бушевали свои штормы, бури, непогоды. В борьбе со стихией погибли три прославленные героини. Восхищенный подвигом бесстрашных парашютисток, симеизский астроном С. И. Белявский назвал их именами астероиды № 1062, 1084, 1086. И теперь мчатся в космическом пространстве планеты **Люба**, **Тамарива**, **Ната**.

В 1963 году в космос взлетела Валентина Терешкова. С затаенным дыханием люди Земли слушали, как из просторов Вселенной неслись ее позывные: «Я — Чайка!». Этот позывной навеки запечатлен в названии астероида № 1671 **Чайка**. В 30-е годы его открыл Г. Н. Неуймин, но только в 1967 году по предложению Института теоретической астрономии АН СССР малая планета получила имя.

Любопытна история названия малой планеты № 1269. Ее открыл Г. Н. Неуймин 20 сентября 1930 года. В 1935 году в СССР прибыл известный французский писатель Ромен Роллан, произведениями которого зачитывались в семье Неуйминых. Тогда-то и было решено назвать новую планету именем писателя. Но как: Ромена или Ролландия? Мария Николаевна Неуймина по поручению Григория Николаевича обратилась к писателю с письмом. Вскоре из Франции в Симеиз пришел ответ с фотографией и дарственной надписью:

«Дорогая Мария Неуймина!
Спасибо Вам и Вашему мужу! В советской стране у меня уже есть много маленьких крестниц, носящих мое имя, а на небе — никого. Я буду очень горд, если Вы сделаете меня патроном одной из Ваших планет...

Назовите же ее Ролландией (Ромен — это не фамилия, а имя, происходящее от слова Рим). При случае укажите, в какой области неба находится моя огненная дочь. Пришлите мне ее анкетные данные!

Я очень тронут симпатией, которую чувствую в строках Вашего письма. Сердечно Вас благодарю.

Ромен Роллан»

Пожелания писателя были выполнены. В 1938 году в каталогах малых планет появился астероид № 1269 **Ролландия**.

Симеизские астрономы навечно внесли в небесные каталоги «созвездие земных звезд всех величин». Свои открытия они посвящали тем, чья жизнь, чей научный или гражданский подвиг восхищал, служил примером для подражания. Одним из таких славных людей был Павел Карлович Штернберг, астроном-большевик. В его честь С. И. Белявский назвал астероид № 995 — **Штернберга**.

Примечательной личностью и ученым, которому симеизцы также посвятили свое открытие, был профес-

■

Симеизская обсерватория. 1972 год
Фото автора

сор Сергей Павлович Глазенап. В советское время его назвали дедушкой астрономов. Почти полвека он преподавал в Петербургском, а затем в Ленинградском университете. В 1891 году по инициативе Глазенапа создано Русское астрономическое общество, учрежден ряд премий, в частности премия «За открытие комет в России», которую получили С. И. Белявский и Г. Н. Неуймин. Прожил С. П. Глазенап 89 лет. Еще при его жизни С. И. Белявский назвал астероид № 857, открытый в Симеизе, **Глазенапией**.

Удостоился чести быть увековеченным в космосе и академик Аристарх Аполлонович Белопольский — один из выдающихся астрофизиков конца XIX начала XX века. А. А. Белопольский проявлял большой интерес к Симеизской обсерватории, колыбели советской астрофизики. В благодарность за его заботу симеизцы назвали астероид № 1004 **Белопольския**.

Двадцатичетырехлетний Карл Гаусс, выдающийся немецкий математик в 1801 году блестяще решил задачу определения эллиптической орбиты на основе трех наблюдений и тем самым помог найти орбиту первой малой планеты, только что открытой итальянцем Пиацци. Этим методом пользовались и симеизцы. Неудивительно, что С. И. Белявский увековечил автора метода в названии астероида № 1001 **Гауссия**. Следующую по номеру планету № 1002 В. А. Альбицкий назвал **Ольберсией** в честь немецкого астронома Генриха Ольберса. С. И. Белявский также увековечил в космосе имена других зарубежных ученых: французского физика и астронома Франсуа Араго — № 1005 **Араго**, выдающегося французского математика Жозефа Лагранжа — № 1006 **Лагранжеа**, норвежских полярных исследователей Фритьофа Нансена и Руала Амундсена — № 853 **Нансения** и № 1065 **Амундсения**, американского ученого, почетного члена Петербургской Академии наук Саймона Ньюкома — № 855 **Ньюкомия** и других.

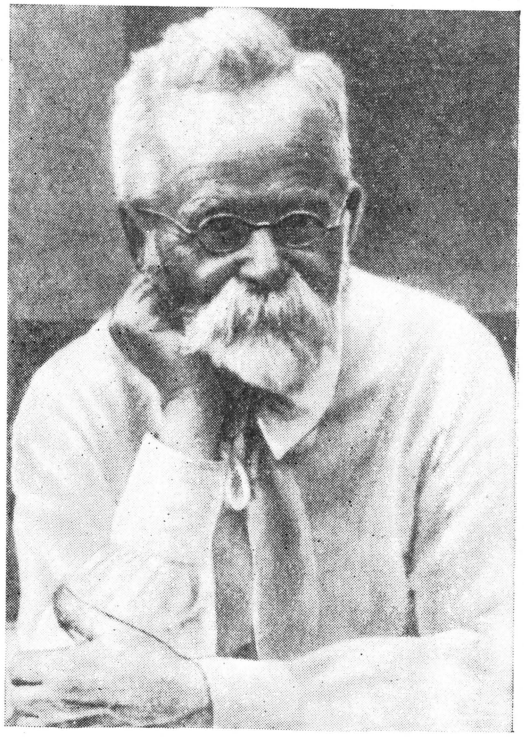
Г. Н. Неуймин восторгался жизненными подвигами известных революционеров-народников Н. А. Морозова и В. Н. Фигнер. Он знал Н. А. Морозова лично, бывал у него дома, в Ленинграде. В. Н. Фигнер переписывалась с М. Н. Неуйминой. И вполне закономерно, что астрономы в память о мужественных, несгибаемых шлиссельбуржцах назвали малые планеты № 1210 и 1099 **Морозовия** и **Фигнерия**.

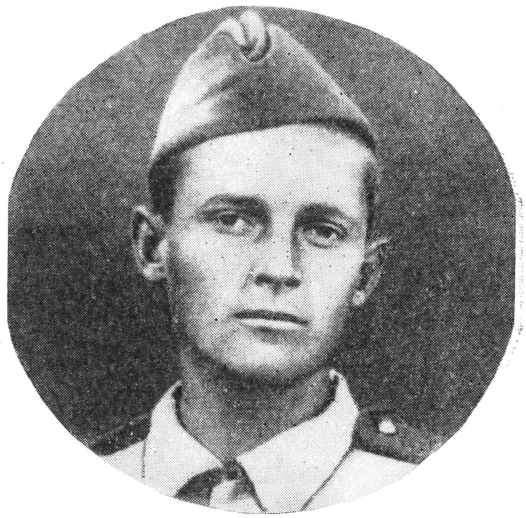
■ ■ ■

Симеизские астрономы — «ловцы малых планет» (слева направо): Григорий Николаевич Неуймин (1896—1946), Сергей Иванович Белявский (1883—1953); Пелагея Федоровна Шайн (1894—1956)

Немало и других славных имен запечатлено в названиях астероидов. Одной из первых женщин России, всецело отдавшей жизнь астрономии, была Мария Васильевна Жилова. Она принадлежала к той славной плеяде русских женщин, которые в конце прошлого века устремились на только что открытые Высшие женские Бестужевские курсы, чтобы утвердить свое место в жизни, обществе, науке. Она успешно закончила физико-математический факультет, и директор Пулковской обсерватории О. А. Баклунд пригласил ее работать вычислителем.

При Советской власти труды М. В. Жиловой получили заслуженное признание. В 1921 году ее избрали адъюнкт-астрономом. Директор обсерватории профессор А. А. Иванов в одном из своих ежегодных отчетов писал: «Работы М. В. Жиловой по теории малых планет являются ценным вкладом в науку и имеют широкое



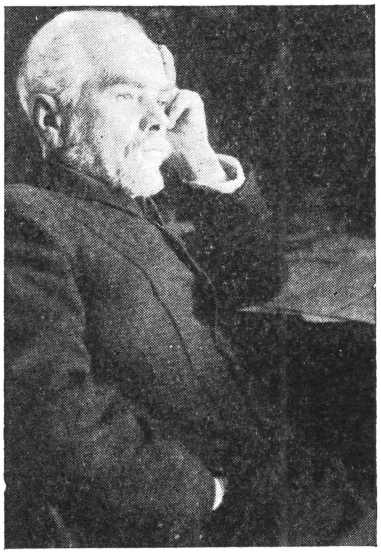


признание не только в Советском Союзе, но и за границей. Памятником ее трудолюбию и астрономической опытности останутся изданные Пулковской обсерваторией «Таблицы Бесселевых чисел». Памятником первой русской женщине-астроному стала и названная в ее честь планета № 1255 **Жилова**, открытая в Симеизе.

Большой вклад в науку внесла еще одна бестужевка, профессор Института теоретической астрономии Наталья Сергеевна Яхонтова. Более четверти века она следит за перемещением всех астероидов, в том числе и симеизских, среди которых находится и № 1653 **Яхонтовия**, «подаренный» ей астрономами. За самоотверженный труд Н. С. Яхонтова награждена орденом Ленина.

15 августа 1928 года на обсерватории в Симеизе Пелагея Федоровна Шайн открыла новый астериод, получивший впоследствии порядковый номер 1112. П. Ф. Шайн «преподнесла» его в дар пулковскому астроному Леопольду Луциановичу Маткевичу, поляку по национальности. Назвала она астероид **Полонией** в честь Польши и этим выразила благодарность Л. Л. Маткевичу за вычисление орбиты первой занумерованной ею планеты. Отмечая большой успех усердной наблюдательницы малых планет, Г. Н. Неуймин в свою очередь посвятил П. Ф. Шайн астероид № 1190 **Пелагея**.

П. Ф. Шайн также училась на физико-математическом факультете Бестужевских курсов. С 1920 года она — жена и помощница будущего академика Г. А. Шайна. Вместе с ним работала в Пулково, а в 1925 году переехала в Симеиз. Здесь П. Ф. Шайн уделяла много внимания изучению переменных звезд. Ею открыто более 150 переменных, из которых около 50 исследованы и получили окончательные обозначения в каталогах, обнаружено около 40 новых малых планет. Из них более десяти занумерованы и имеют имена. Вклад П. Ф. Шайн в науку отмечен высшей пра-



■

Владимир Александрович Альбицкий (1891—1952) и его жена Лидия Ильинична. Ее имя носит малая планета № 1028, открытая Альбицким в 1923 году

■

Академик Оскар Андреевич Баклунд (справа) и почетный академик Российской Академии наук Николай Сергеевич Мальцов. Среди малых планет, открытых в Симеизе, есть Баклунда (№ 856) и Мальцовия (№ 749)

■

Николай Александрович Морозов — революционер-народоволец. Ему посвящена планета № 1210 Морозовия

■

Виктор Заславский — рядовой Советской Армии, погибший во время Великой Отечественной войны. В память о нем астероид № 1030 назван Витя

■ ■

Петр Васильевич Изергин и Агния Ивановна Бадьина — врачи, работавшие в Крыму. Им посвящены астероид № 1271 Изергина и № 847 Агния

вительственной наградой — орденом Ленина и медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне».

В открытии малых планет большую роль играли вычислители. Это они первые узнавали, действительно ли астероид новый, и, если да, выписывали на него «космический паспорт». Поэтому астрономы очень высоко ценили труд своих помощниц (а ими были, главным образом, женщины) и вместе с цветами «дарили» им планеты. Г. Н. Неуймин посвятил две из них № 1137 и 1189 — **Раиса** и **Теренция** — пулковским вычислительницам Раисе Масеевой и Лидии Терентьевой. Астероид № 1654, обнаруженный П. Ф. Шайн в 1931 году, назван **Боева** в честь известной вычислительницы орбит малых планет, комет и спутников — Нины Федоровны Боевой. Это она в 1930 году помогла разыскать «потерянный» восьмой спутник Юпитера.

Немало открытий ученые посвящали своим землякам-крымчанам. Замечательного врача Петра Васильевича Изергина, долгие годы работавшего в Алупкинском санатории имени профессора Боброва, и симеизского астронома Григория Николаевича Неуймина связывала давняя дружба. В годы гражданской войны на руках доктора осталось больше десятка тяжело больных детей. Никаких средств на их содержание не поступало. Изергин продавал свои личные вещи, чтобы прокормить ребят. Сам лечил, оперировал, перевязывал. И всех выходил... В день рождения врача Г. Н. Неуймин «подарил» ему малую планету № 1271, назвав ее **Изергина**.

Другую малую планету № 847 — **Агния** — Г. Н. Неуймин посвятил энтузиасту народного здравоохранения, симеизскому врачу Агнии Ивановне Бадьиной.

Многие «симеизские» планеты носят географические названия — **Армения**, **Колхида**, **Кутаиси**, **Казань**, **Узбекистан**... Так астрономы «отметили» на небе свои земные маршруты или дорогие для них места. Когда после Великой Октябрьской революции Москва стала столицей нашей Родины, Г. Н. Неуймин посвятил ей один из первых открытых им астероидов (№ 787).

Отец астронома Николай Иванович Неуймин, доктор медицинских наук, военный врач-окулист, был родом с Приуралья, из тех мест, где, по древнему преданию, находилась легендарная страна Биармия — современница Киевской Руси. Из тьмы веков, из давней легенды астроном возродил забытую страну в астероиде № 1146 **Биармия**. Следующая по номеру планета **Ставрополис** также имеет географическое название.

Любопытна история наименования малой планеты № 1149. Ее открыл 1 августа 1929 года симферопольский астроном, профессор Е. Ф. Скворцов, который каждое лето, закончив чтение лекций в Крымском педагогическом институте, приезжал работать в Симеиз. В том же 1929 году в приморском поселке Кацивели, неподалеку от Симеиза, была основана Черноморская гидрофизическая станция. Спустя 20 лет, в 1949 году, здесь отмечался юбилей Морского гидрофизического института, выросшего из скромной научной станции. Приветствовать ученых прибыли мореведы, моряки, геофизики из Ялты, Севастополя, Москвы, Ленинграда. На праздник был приглашен и Скворцов. Он «подарил» юбилярам свою планету, назвав ее **Кацивелией**, и вручил виновникам торжества «звездный паспорт». В нем значилось, что Кацивелия — светило 13-й звездной величины — делает один оборот вокруг Солнца за 1800 суток, удалена от Солнца на 334 млн. километров и другие подробности.

Однако случилось так, что сообщение о названии астероида ни до Планетного центра, находящегося в Цинциннати (США), ни до Института теоретической астрономии АН СССР в Ленинграде не дошло. И планета № 1149 по-прежнему оставалась без имени. Только в 1967 году, когда ее открывателя уже не было в живых, по предложению Института теоретической астрономии астероиду № 1149 было присвоено имя **Волга**. И теперь у одной и той же планеты есть два имени — официальное и неофициальное.

В космосе увековечены имена и самих симеизских астрономов. Астероид № 1129 назван в честь Г. Н. Неуймина, астероид № 1648 посвящен Г. А. Шайну и П. Ф. Шайн, астероид № 1074 С. И. Белявскому.

И. И. НЕЯЧЕНКО

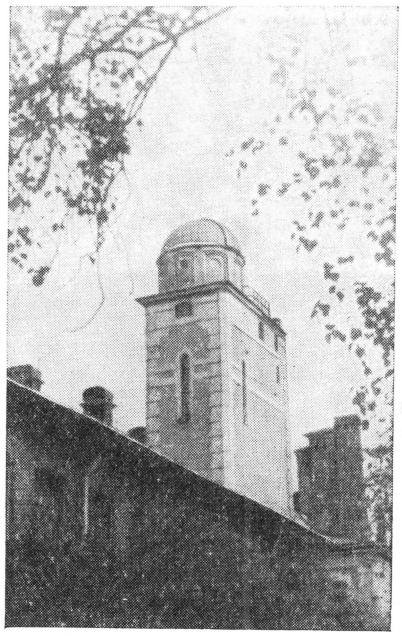
НАРОДНЫЕ ОБСЕРВАТОРИИ И ПЛАНЕТАРИИ

Первая народная обсерватория в Ленинграде

Обсерватория Ленинградского Дома культуры железнодорожников (бывшая Панинская) — старейшая народная обсерватория в нашей стране. Она построена в 1902 году на средства почетного члена Русского общества любителей мироведения Софьи Владимировны Паниной. Инициатором создания обсерватории и первым ее заведующим был преподаватель физики и космографии Алексей Григорьевич Якобсон, замечательный энтомолог и страстный пропагандист астрономии. В 1908 году он написал брошюру. В ней рассказывалось о самой обсерватории и о тех небесных объектах, которые можно было наблюдать в 6-дюймовый рефлектор, приобретенный им в Германии. Обсерватория располагала небольшим музеем, где проводились лекции, и библиотекой. В 1904 году рефлектор для ремонта был отправлен в Германию. Тогда же на обсерватории установили 100-миллиметровый апохромат Цейсса, который в годы Великой Отечественной войны затерялся.

Со времени своего открытия и до 1907 года обсерватория находилась в ведении Русского технического общества, а осенью этого же года перешла в распоряжение Лиговского народного дома.

В мае 1919 года, после смерти А. Г. Якобсона, обсерватория была закрыта до весны 1921 года. С 1921 по 1937 год заведовал обсерваторией Александр Васильевич Соловьев, который помимо лекционной работы развернул на обсерватории научные исследования. В 1929 году в здании обсерватории разместился Дом культуры Октябрьской железной дороги, а обсерваторию перевели в ведение Экскурсионно-лекторской базы Политпросветцентра Ленинграда.



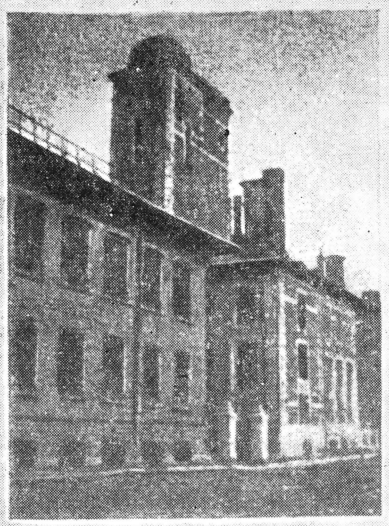
Основное назначение народной обсерватории — пропаганда астрономических знаний среди населения. До 1921 года обсерваторию посетило около 20 000 человек. Особенно много посетителей было в 1910 году, когда появилась знаменитая комета Галлея. В эти годы на обсерватории начались научные астрономические наблюдения. Так, А. Г. Якобсон выезжал в Крым для наблюдения полного солнечного затмения 21 августа 1914 года. Ему удалось не только определить форму короны, но и зарисовать на ее фоне протуберанцы. В 20-х годах на обсерватории А. В. Марков исследовал лунный цирк Платон, В. В. Шаронов изучал Марс, И. И. Гусев систематически наблюдал «поверхность» Венеры, Б. М. Дагаев вел фотографические наблюдения Персеид. Особого упоминания заслуживают исследования переменных звезд, которые проводили А. В. Соловьев, М. Н. Митин, Б. В. Окунев и другие. В 1922 году А. В. Соловьев опубликовал интересную работу по визуальным поискам переменных звезд. В течение нескольких месяцев он исследовал изменение яркости звезд в поле зрения инструмента и таким способом открыл несколько переменных.

В 30-х годах обсерваторию все чаще посещали школьники и рабочие. Многие из них записывались в астрономические кружки. Руководил кружками И. И. Гусев. К этому времени штат обсерватории расширился. Если в 20-х годах он состоял всего из трех человек, то в 1931 году, кроме А. В. Соловьева, на обсерватории работали еще несколько талантливых лекторов, в числе которых следует назвать И. И. Гусева, А. А. Петрова, Г. М. Морозова, С. И. Селешникова, Б. Ф. Новицкого, и молодые стажеры П. М. Чижов, Н. А. Лантах и автор этих строк, который на обсерватории выполнил свои первые научные наблюдения и зарисовки Юпитера.

■

Народная обсерватория Дома культуры железнодорожников в Ленинграде. Вид со стороны Прилукской улицы. ***1971 год***

Фото А. К. Суслова



АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

Обл. ест.-научн. и пед. станции Политпросвет центра

Прилукская, 10. Тел. 6-62-09.

Трамваи: 4, 10, 19, 25, 27, 31.

ЭКСКУРСИИ, КУЛЬТПОХОДЫ, ВЫЕЗДЫ ПЕРЕДВИЖНОЙ ОБСЕРВАТОРИИ, ЛЕКЦИОННЫЕ ВЫЕЗДЫ

Темы экскурсий:

1. **Что видели на небе попы и что видим мы.**

   Небо древних. Средние века. Борьба религии с астрономией. Современное состояние науки о звездах.

2. **Строение вселенной.**

   Солнечная система. Религиозное воззрение на мир и борьба с ними. Звездный мир. Островная теория вселенной. Эволюция звезд. Физика и химия неба.

Темы культпоходов:

1. **Происхождение и строение вселенной.**

   Возникновение астрономии. Астрономия древних народов. Средние века и астрология. Строение и происхождение солнечной системы. Происхождение вселенной и эволюция звезд.

2. **Астрономия на службе соцстроительства.**

   Служба времени. Астрономо-геодезические экспедиции. На разведках полезных ископаемых. Солнце в социалистическом строительстве. За безбожную вселенную.

3. **Химия вселенной.**

   Что такое свет. Разложение света. Законы излучения. Спектр и элементы. История гелия. Спектроскопы и спектрографы. Химия неба (лекция с опытами).

Запись на экскурсии и культпоходы в ОПТЭ (ул. Пестеля, 9).
Телеф. 540-80 и 262-59.

Запись школ в школьно-массовом секторе (Фонтанка, 34).

Запись на выезды обсерватории и лекционные выезды в красные уголки Жактов в обсерватории ежедневно от 19 до 21 ч.

Ленинградский Горлит № 38502. Тир. 1600. Изд. ОПТЭ и Астрон. Обсерват. Зак. 1091. Тип. „Шт.-Гр. Ф-ки". Тамб., 12.

Каждый год сотрудники обсерватории читали около 300 научно-популярных лекций по астрономии и физической географии и сопровождали 800—900 экскурсий. А сколько лекций состоялось на предприятиях Ленинграда, в его парках, пригородах и районах Ленинградской области! Вот далеко не полный перечень тем лекций: «Происхождение мира», «Жизнь звезд», «Строение Вселенной», «Мир Луны», «Что такое небо» (для школьников), «Что видит на небе наука и религия».

На втором этаже Дома культуры, в музее обсерватории, были выставлены лунный глобус, глобус Марса, теллурии и армиллярные сферы, небольшие цейссовские телескопы. В летнее время инструменты вывозили в парки и пригороды Ленинграда, где населению демонстрировали небесные объекты.

Пропагандистской работе активно помогал А. В. Соловьев, который был в то время редактором отдела науки очень популярного ленинградского журнала «Наука и Техника». А. В. Соловьев и сотрудники обсерватории часто выступали на страницах журнала и брошюр с научно-популярными статьями.

В эти годы обсерваторию посещали Б. П. Герасимович, К. Ф. Огородников и другие видные астрономы. Несколько лет подряд обсерватория соревновалась с обсерваторией Московского отдела народного образования, причем договоры о социалистических соревнованиях печатались на страницах журнала «Мироведение».

В ночь с 9 на 10 октября 1933 года жители Ленинграда были свидетелями «звездного дождя» Драконид. Расположенная в темной юго-восточной части города обсерватория стала как бы маяком, привлекшим к себе внимание жителей близлежащих улиц — Лиговской, Тамбовской и Прилукской. Взоры всех были устремлены на вечернее небо, исчерченное множеством метеоров. Зрелище было необычайным: на темном фоне неба эффектно блистал метеорный фейерверк! На следующий день во всех ленинградских газетах были помещены многочисленные заметки не только астрономов-специалистов, но и любителей — очевидцев столь редкого явления.

В 1937 году обсерватория прекратила свою работу. Сейчас она вновь открыта для посетителей. В народной обсерватории Ленинградского Дома культуры железнодорожников установлен телескоп, принадлежащий Ленинградскому отделению ВАГО. При обсерватории работает школьный астрономический кружок. Руководит обсерваторией Тамара Леонидовна Стиссон. Пока это только скромное обновление одной из старейших в СССР народных обсерваторий, но начинание ленинградцев может служить хорошим примером для тех, кто интересуется астрономией и космонавтикой, кто хочет сберечь замечательные традиции нашей Родины.

А. М. БАХАРЕВ

■

Объявление об экскурсиях и лекциях, проводившихся обсерваторией в 30-х годах

■

Демонстрация небесных объектов в саду бывшего Московско-Нарвского Дома культуры Ленинграда. У телескопа (на переднем плане) А. В. Соловьев. 1933 год

Виктор ГЮГО (1802—1885)

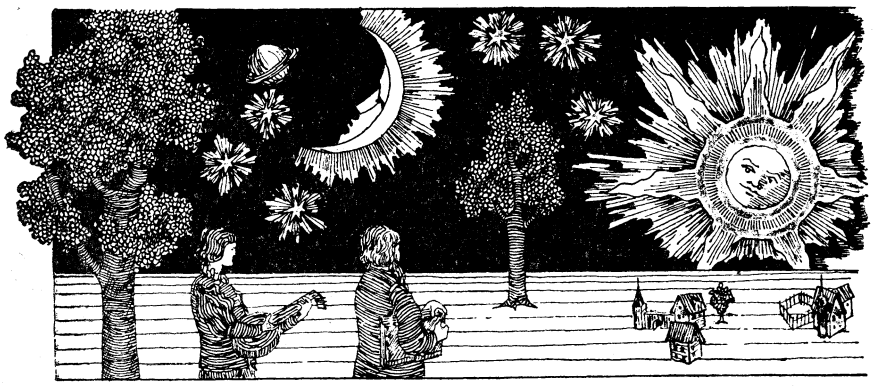
Из поэмы «Двадцатый век»

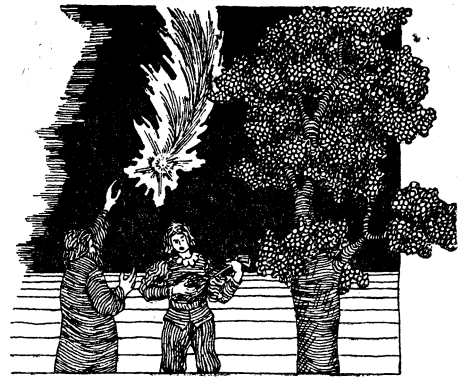
О ночь! Возможно ли, чтоб слабый человек,
Прикованный к земле — и каторжник весь век,—
Чей ум созрел еще недавно,
Подобно ангелам, сверг притяженья гнет
И устремился бы, ликуя, в небосвод,
Смерть победив в борьбе неравной.

Ах! Покорить эфир! Прекрасный, смелый сон!
Он воплотится ль в явь для будущих племен?
Как знать! Крыло великодушно!
О возвращение чудесное! Придут
Колумбы сумрака, и Гамы обогнут
Мыс беспредельности воздушной.

Ясону, что в лазурь унесся так давно,
Уже забытому, вновь будет суждено
Земли коснуться, словно чуда.
Крылатый свой корабль тогда покинет он
И, указав на даль, где блещет Орион,
Весь бледный, скажет: «Я — оттуда!»

Как различаем мы, войдя под свод сырой,
На нем след копоти чадивших здесь порой
Свечей и факелов смолистых,
Так будем знать, что ввысь умчался сын Земли,
Когда увидим дым, клубящийся вдали
Среди просторов неба чистых.





Филипп ДЕПОРТ (1546—1606)

Икар

Сюда упал Икар — тот юноша-храбрец,
Который совершил к лазури воспаренье.
Сюда упал он мертв, утратив оперенье.
Как много смельчаку завидует сердец!

О доблести людской высокий образец!
Потеря так мала, так славно достиженье!
О скорбь счастливая! Тут стало пораженье
Победой на века! Достойнейший конец!

Отваги молодой опасность не смутила,
Ему не храбрости, а мощи не хватило.
Звезды прекраснейшей огонь его спалил.

Он подвигов искал в сияющем просторе,
Стремился к небесам, обрел кончину в море.
Чей выше замысел? Чья краше из могил?

Переводы М. ГОРДОНА
Рисунки В. Перльштейна

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

Портативный астрограф без гида

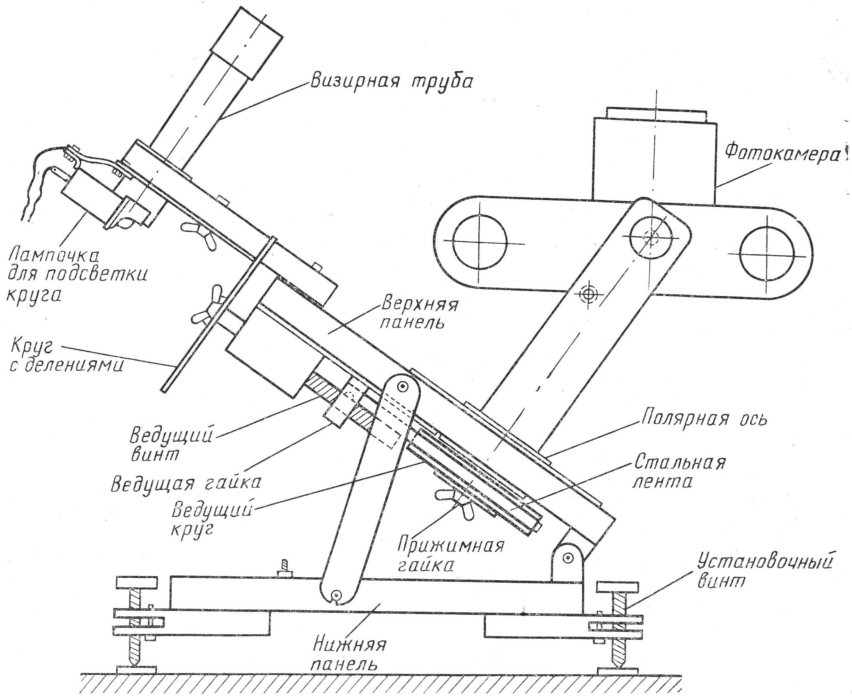
Обычный астрограф — прибор для фотографирования неба — это фотокамера на экваториальной установке с укрепленным параллельно фотокамере телескопом-гидом. Чтобы звездные изображения на пластинке не растягивались, фотокамера должна следовать за суточным вращением неба. Она приводится в движение часовым механизмом или вручную микрометренным ключом. Построить хороший часовой механизм сложно, а при ручном гидировании в морозную ночь получить снимок высокого качества способен далеко не каждый наблюдатель.

Простую конструкцию астрографа без часового механизма и гида предложил профессор Б. А. Воронцов-Вельяминов. Фотографическая камера этого астрографа имеет небольшое фокусное расстояние и потому ее можно вращать вслед за суточным движением неба не совсем точно и даже прерывисто. Важно лишь, чтобы за промежуток времени между поворотами изображения звезд на пластинке смещались на 0,025 мм. В астрографе применяются фотокамеры «Зоркий», «Зенит», «ФЭД» и «Смена».

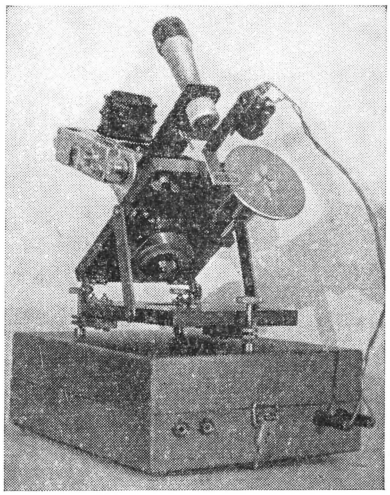
С этим небольшим и простым прибором можно фотографировать звезды до 8-й величины, яркие туманности, кометы и метеоры. Поле зрения астрографа охватывает участок неба, площадь которого около 860 квадратных градусов (при фокусном расстоянии 50 мм).

КАК ПОСТРОИТЬ АСТРОГРАФ

Экваториальная установка астрографа состоит из двух панелей — верхней и нижней. Они сделаны из текстолита, но можно использовать и сухую многослойную фанеру толщиной 10—12 мм. Чтобы фанера не коробилась, ее нужно прокрасить нитрокраской. Нижняя панель снабжена тремя установочными винтами в ножках. Под углом, дополняющим географическую широту до 90°, к ней прикреплена верхняя панель. В эту панель впрессован подшипник, в котором вращается полярная ось. К ее



Основные узлы астрографа



Астрограф, изготовленный московским любителем астрономии А. Н. Крыловым

верхнему торцу привинчивается Г-образный кронштейн для фотокамеры. На нижний конец полярной оси надевается ведущий круг. Он должен без люфта вращаться на полярной оси, а при фиксации прижимной гайкой — поворачиваться вместе с полярной осью. Полярная ось и ведущий круг изготавливаются на токарном станке с особой тщательностью, так как от них во многом зависит качество снимка.

К ведущему кругу прикреплена тонкая стальная лента (ее можно заменить лентой от пишущей машинки). Другой конец ленты соединен с гайкой ведущего винта (его резьба М8 × 0,5). На головку ведущего винта надет стальной круг с делениями. При его повороте гайка по резьбе продвинется и, сматывая ленту с ведущего круга, повернет вместе с ним полярную ось и камеру.

Каким должен быть радиус ведущего круга? Зная время, через которое надо поворачивать камеру ($t = 6$ секунд), шаг ведущего винта ($h = 0{,}5$ мм), среднее число секунд в звездных сутках ($S = 86164$ секунд), можно вычислить радиус ведущего круга по формуле:

$$\frac{2\pi Rn}{h} = \frac{S}{t},$$

где n — число делений на круге ведущего винта. Удобнее поворачивать винт через каждые 6 секунд на 9°, тогда n будет равно 40. Теперь понятна необходимость точного изготовления полярной оси и ведущего круга. Эксцентричность этих деталей приведет либо к увеличению радиуса ведущего круга, либо к его уменьшению. И камера при гидировании будет опережать звезды или отставать от них. В результате звездные изображения будут растягиваться и проницающая способность астрографа значительно снизится.

Для освещения круга с делениями и часов (секундомера) можно приспособить лампочку от карманного фонаря.

На верхней панели параллельно полярной оси крепится визирная труба с крестом нитей в окуляре. Она помогает установить астрограф в меридиане. Объективом трубы может служить простая собирающая линза диаметром 20—25 мм и фокусным расстоянием 60—65 мм, а окуляром — 10-кратная лупа.

ФОТОГРАФИРОВАНИЕ НЕБА

Проводить наблюдения с астрографом лучше в темную безлунную ночь. Прежде всего следует установить прибор в меридиане. Для этого с помощью установочных винтов в ножках визируем трубу на Полярную звезду. Затем, опустив прижимную гайку, наводим камеру сначала по часовому углу и той же гайкой фиксируем нужное положение. Потом, слегка ослабив гайку крепления фотокамеры, наводим ее по углу склонений. Не снимая крышки с объектива, открываем затвор и включаем подсвет круга с делениями и секундомера. Сняв крышку с объектива и подержав ее несколько секунд перед ним, чтобы утихла вибрация, приступаем к фотографированию. Не забываем при этом поворачивать круг через каждые 6 секунд на одно деление, равное 9°. Если фокусное расстояние объектива 100 мм, то круг надо поворачивать через 3 секунды на полделения.

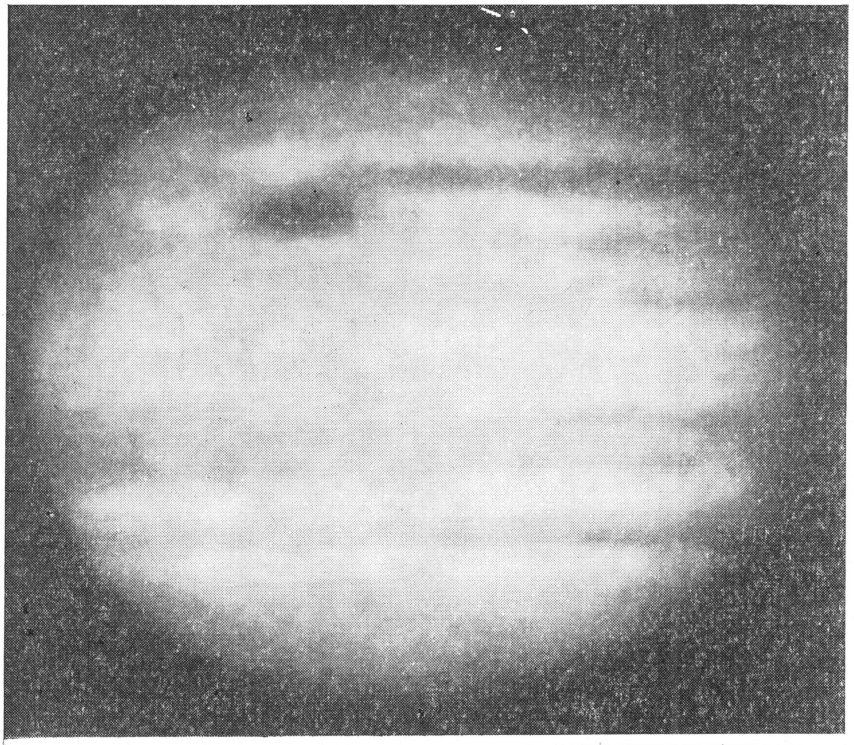
А. Н. КРЫЛОВ

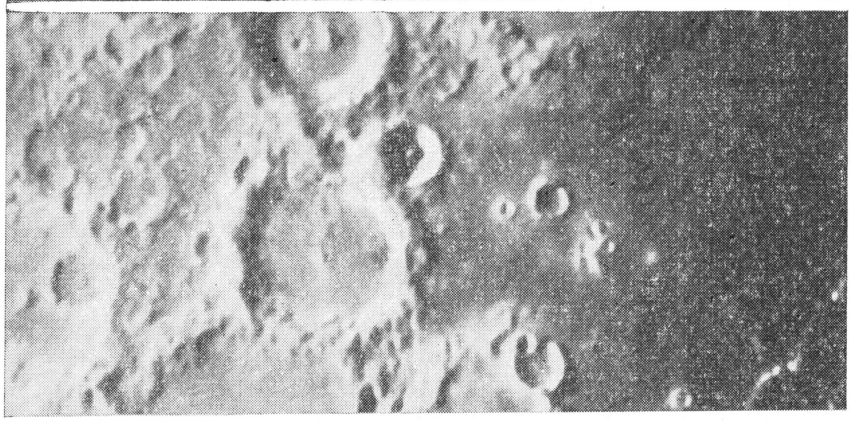
Клуб «Антарес»

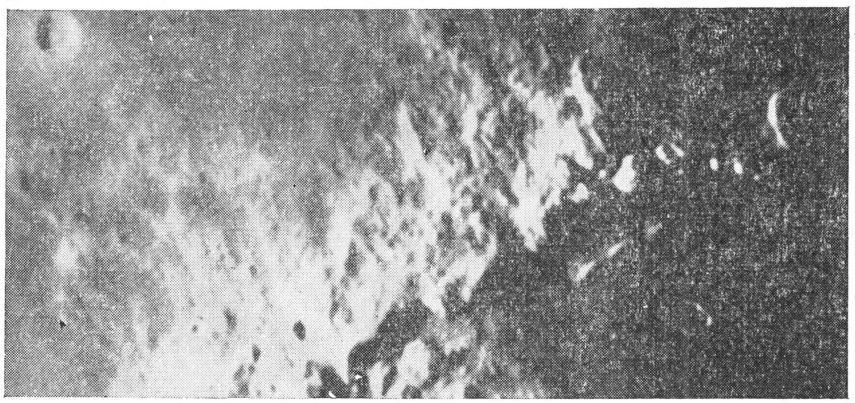
Работа каждого юношеского астрономического кружка, общества или просто группы любителей астрономии в значительной степени зависит от инструментальной базы, которая имеется в распоряжении ребят. Юные астрономы Алма-Аты находятся в благоприятных условиях. Совсем недалеко от города расположен Астрофизический институт АН КазССР. Сотрудники Астрофизического института оказывали непосредственную помощь и поддержку астрономическому клубу «Антарес», созданному при Дворце пионеров и школьников имени Гани Муратбаева. На V съезде ВАГО было решено утвердить клуб методическим центром по работе с юными любителями астрономии Казахстана.

В 1971 году в Москве на II Всесоюзном слете юных астрономов ребята из Алма-Аты познакомили своих сверстников с деятельностью клуба «Антарес». «Фотографический атлас звездного неба», альбомы «Детали лунной поверхности», «Городской астрономический клуб «Антарес» и «Десять дней в звездном городке Пиркули», методические пособия «Наблюдай планеты-гиганты», «Эквиденситы — любителям астрономии», а также сборник работ кружковцев «Небольшие исследования» наглядно демонстрировали первые успехи коллектива юных астрономов Алма-Аты. Эти альбомы и пособия привлекли внимание многих ребят.

Как же возник астрономический клуб в Алма-Ате? Долгое время при Дворце пионеров и школьников работал астрономический кружок. Выполнялись лабораторные и практические работы, учебные наблюдения,







проводились теоретические занятия, экскурсии на обсерваторию Астрофизического института АН КазССР и встречи с учеными. Казалось бы, ребята многое получали от занятий, тем более что разнообразные формы работы способствовали этому. Однако спустя некоторое время деятельность кружка стала затихать, да и энтузиазма у кружковцев поубавилось! И тут появилась идея создать астрономический клуб для жителей города и в первую очередь для школьников. Ребята загорелись, увлеклись этой идеей, и в октябре 1969 года клуб был открыт.

■ *Юпитер. Снимок сделан Леонидом Беляком и автором статьи на 30-сантиметровом рефлекторе*

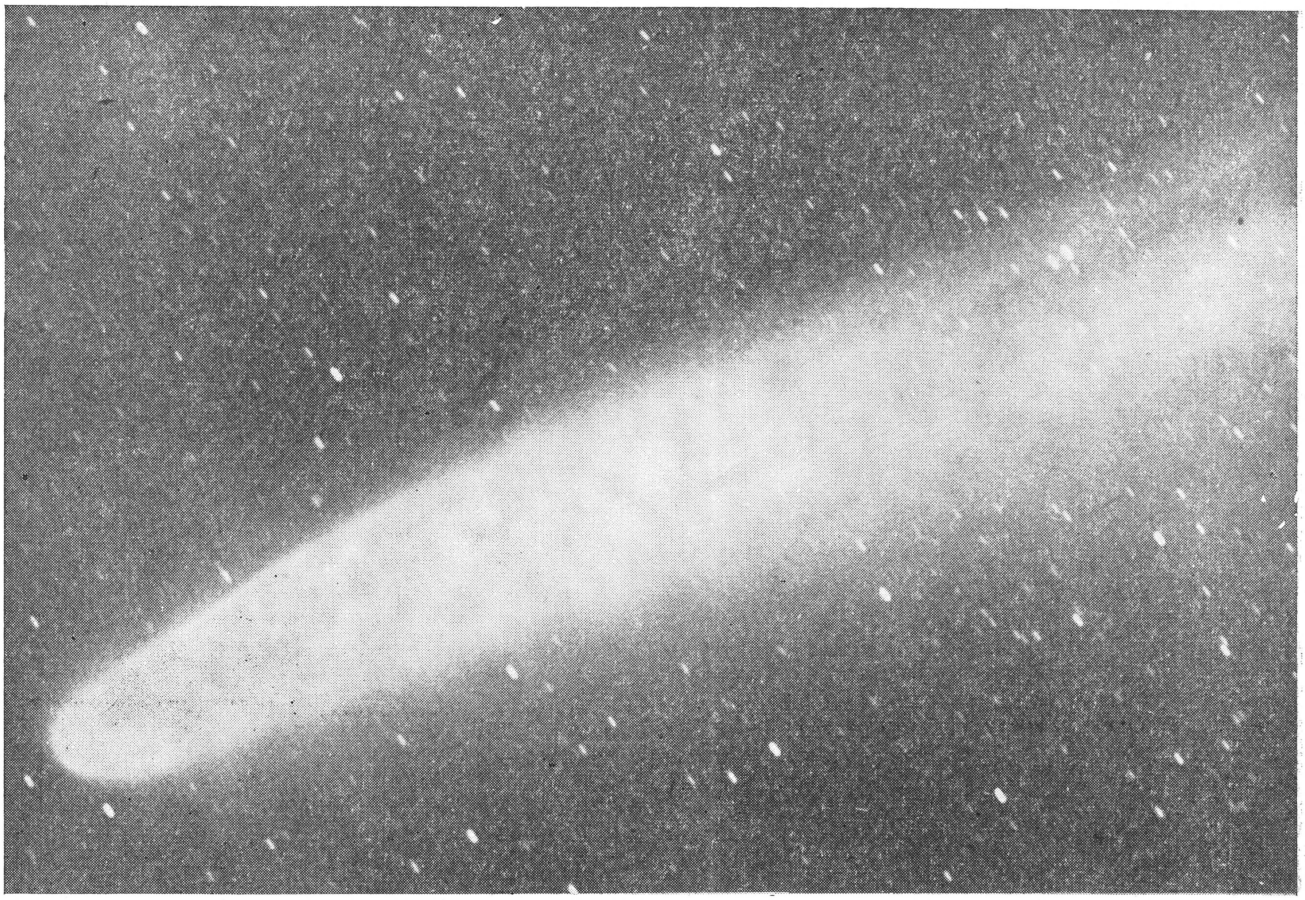
■ *Лунные кратеры Птолемей, Альфонс, Арзахель. Фотография получена на 30-сантиметровом рефлекторе Светланой Черезовой и Сергеем Салиевым*

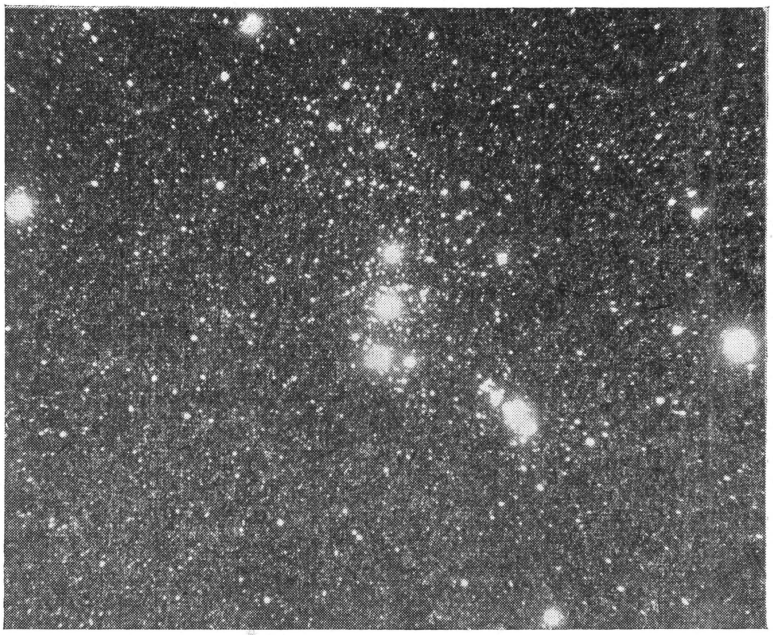
■ *Лунные Апеннины. Сфотографировали Луну на 30-сантиметровом рефлекторе Александр Лукин, Ирина Фогель и Людмила Козлова*

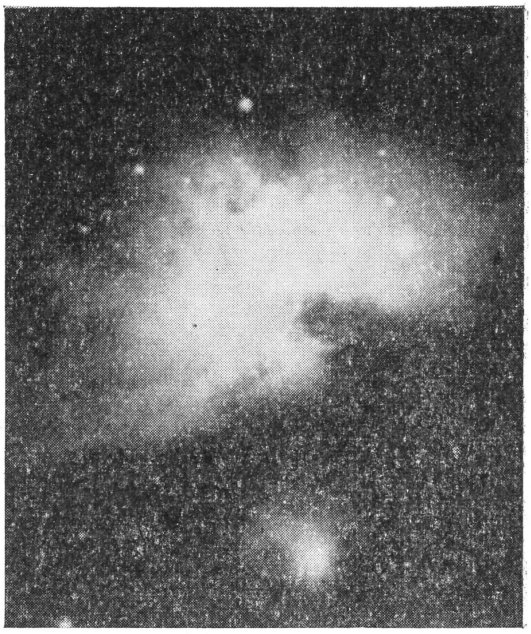
■ *Комета Беннета 31 марта 1970 года. Владимир Михайлов, Сергей Салиев и автор статьи получили этот снимок на триплете Цейсса с диаметром объектива 12,0 см и фокусным расстоянием 70 см*

■ *Созвездие Ориона сняли камерой «Зенит-3М» Владимир Михайлов, Жан Исабаев и Леонид Капралов*

■ *Туманность Ориона. Фотография получена на 20-сантиметровом телескопе Владимиром Михайловым и Сергеем Петровым*



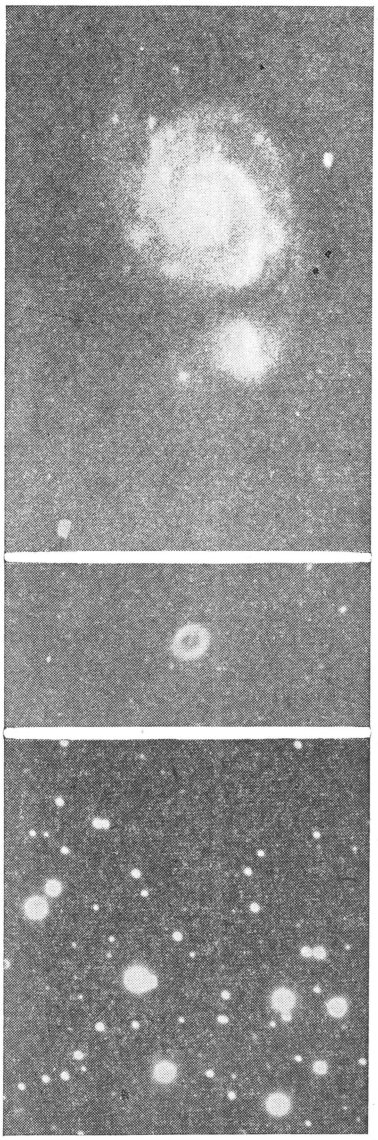




В уставе клуба, принятом на общем собрании, определены цели и задачи клуба: «оказание всесторонней помощи коллективам и отдельным любителям астрономии, пропаганда астрономических знаний среди учащихся школ, техникумов, студентов высших учебных заведений, вовлечение в ряды клуба как можно большего числа любителей астрономии».

Общие собрания клуба проводятся раз в месяц. Каждому собранию предшествует большая работа: нужно не только распространить афиши по школам, но и сделать так, чтобы на них обратили внимание. Письма учителям астрономии, объявление на семинаре директоров школ, сообщение в газете — вот далеко не полный перечень мероприятий, благодаря которым на первом собрании клуба присутствовало около 200 человек. Были подготовлены стенды о I Всесоюзном слете юных астрономов, в работе которого принимали участие и алма-атинцы. Стенд «Звездное небо» знакомил собравшихся с небесными объектами и явлениями. Такие стенды оформляются к каждому собранию. На них представлены фотографии небесных тел, полученные кружковцами.

На первом собрании прочитал лекцию «Новое о планетах Солнечной системы» кандидат физико-математических наук В. Г. Тейфель. Он рассказал ребятам о достижениях автоматических аппаратов в изучении Венеры и Марса. После лекции сотрудники Астрофизического института АН КазССР отвечали на многочисленные вопросы. На собраниях клуба с лекциями выступали уже многие научные сотрудники Астрофизического института: кандидаты физико-математических наук И. Д. Купо, А. В. Курчаков, И. Л. Генкин, доктор физико-математических наук Г. М. Идлис, Н. Г. Макаренко, Э. Я. Вильковисский и другие.



Галактика в созвездии Гончих Псов. Снимок сделан Владимиром Михайловым на 20-сантиметровом телескопе

Планетарная туманность в созвездии Лиры. Фотография получена Владимиром Михайловым и Виктором Петровым на 20-сантиметровом телескопе

Звездное скопление Плеяды сфотографировали на триплете Цейсса Владимир Березин и автор статьи

При клубе «Антарес» организовано несколько секций: общей астрономии, Луны и планет, Солнца, переменных звезд.

Занятия секции общей астрономии проводятся два раза в неделю. Ребята младшей группы узнают о строении окружающей нас части Вселенной, о физических условиях и процессах, протекающих в небесных телах, знакомятся с устройством и работой основных астрономических инструментов и проспособлений, выполняют лабораторные и практические работы.

В старшей группе основное внимание уделяется физике космических объектов и методам их изучения. Ребята осваивают телескоп и различные приборы, предназначенные для обработки полученного материала; визуальный фотометр, спектрограф, микрофотометр, сенситометр. Эти практические навыки нужны прежде всего тем ребятам, которые мечтают посвятить себя астрономии. Из периодической печати радио- и телевизионных передач они не могут представить себе кропотливой трудоемкой работы ученых. В этом им поможет астрономический кружок, занятия в котором близки к повседневной деятельности астронома.

Окончив секцию общей астрономии (занятия в ней рассчитаны на два года), ребята переходят в другие секции и активно включаются в наблюдения. Некоторые, наиболее подготовленные школьники почти с самого

начала занятий работают в коллективе наблюдателей, например Владимир Михайлов, Людмила Козлова, Ирина Фогель, Жан Исабаев и Леонид Капралов.

Я расскажу еще о секции Луны и планет и секции переменных звезд.

В секции Луны и планет ребята наблюдают лунную поверхность. Как известно, явления, обнаруженные Н. А. Козыревым и другими астрономами, поколебали мнение о том, что на Луне ничего не меняется. Под руководством Сергея Салиева ребята выполнили визуальные и фотографические наблюдения. И хотя ничего «преходящего» на поверхности нашего спутника обнаружено не было, нельзя все-таки считать многие часы, проведенные у телескопа, пропавшими даром. Ведь ребята поняли, что сделать открытие в астрономии не так-то легко: необходимо упорство, терпение и... время. Кроме того, они хорошо изучили поверхность Луны, номенклатуру лунных образований, а фотографический материал вошел в альбом «Детали поверхности Луны». По фотографиям лунной поверхности в клубе выполняются лабораторные работы, такие как «Определение высот гор на Луне», «Диаметры и строение малых кратеров на Луне».

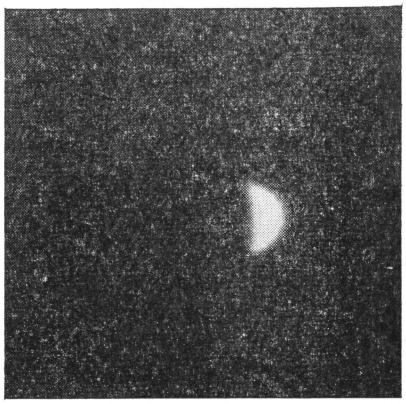
Кстати, при составлении лабораторных работ необходимо тщательно продумывать возможность введения в них элементов творческой деятельности, превращать их в научно-исследовательские. Кружковец должен не только проделывать значительную измерительную и вычислительную работу по заранее составленной схеме, но и пройти тот, порой очень нелегкий путь, каким шли до него ученые. Отрадно появление перевода книги М. Миннарта «Практическая астрономия», большая часть работ в которой составлена именно в таком духе («Земля и Вселенная», № 2, 1972 г., стр. 78).

Секцию по изучению долгопериодических переменных звезд в течение двух лет возглавлял Владимир Михайлов. Ребята получили большое количество негативов избранных участков звездного неба. По этим негативам они учились определять блеск переменных звезд различными методами. Параллельно была отснята большая часть звездного неба, и этот материал лег в основу «Фотографического атласа звездного неба». Самые активные наблюдатели этой секции Сергей и Виктор Петровы, Сергей Салиев, Михаил Свитков, Владимир Березин. Почти все они уже окончили школу, но продолжают помогать начинающим наблюдателям осваивать астрономические инструменты.

Руководитель клуба «Антарес»
В. Ф. КАРТАШОВ

Любительские фотографии

Луна 16 ноября 1972 года. Снимок прислал из Херсона восьмиклассник Валерий Дерюжкин. Он сфотографировал Луну аппаратом «Смена-8», установленным на самодельном 140-миллиметровом рефлекторе



Венера в ночь с 7 на 8 мая 1972 года. Сфотографировал планету самодельным астрографом москвич К. И. Лысенко

ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ

В газете «Правда» от 10 сентября 1972 года сообщалось, что сутки на Венере длятся почти четыре месяца. Позднее из статьи американского ученого Р. Коуена «Земля познает соседей», опубликованной в еженедельнике «За рубежом» (№ 45, 1972 г.), я узнал, что «...Венера делает полный оборот вокруг своей оси за 58 земных суток, пятна совершают полный оборот всего за четверо суток, двигаясь в направлении, противоположном вращению планеты, со скоростью 200 миль в час».

Каков же на самом деле период вращения Венеры вокруг оси и что это за быстродвижущиеся пятна?

П. Н. СОБОЛЕВ
Москва

На вопросы тов. П. Н. Соболева отвечает кандидат физико-математических наук В. А. Бронштэн.

Период вращения Венеры определен методом радиолокации с достаточно большой точностью. Он равен 243,1 земных суток. Это — так называемый **звездный** или **сидерический** период вращения Венеры (по отношению к звездам). У Земли сидерический период, или звездные сутки, составляют 23 часа 56 минут. Звездные сутки короче солнечных (24 часа) из-за того, что Земля не только вращается вокруг оси, но и движется по орбите вокруг Солнца. Соотношение между звездными и солнечными сутками определяется формулой:

$$\frac{1}{S} - \frac{1}{T} = \frac{1}{P},$$

где S — длительность звездных суток, T — солнечных, а P — период обращения планеты вокруг Солнца.

Такое же соотношение справедливо и для любой другой планеты, в частности для Венеры. Но так как Венера вращается в сторону, противоположную направлению ее движения вокруг Солнца, период вращения планеты считается отрицательным. Произведя расчет по формуле для $P = 225$ суток и $S = -243{,}1$ суток, получим $T = 117$ суток, то есть почти четыре месяца. Такова продолжительность **солнечных** суток на Венере (период смены дня и ночи). Именно этот период был приведен в «Правде» от 10 сентября 1972 года.

День и ночь на Венере длятся по 58,5 суток. По-видимому, при переводе статьи Р. Коуена произошла путаница и такая величина была выдана за период вращения Венеры вокруг оси.

Остается объяснить четырехсуточный период перемещения пятен в облачном слое Венеры. Эти пятна наблюдаются в ультрафиолетовых лучах и представляют собой детали в облачном слое, окружающем планету. Некоторые из них видны в течение недель, потом исчезают, а на их месте появляются другие. Впервые обнаружил периодичность в появлении пятен французский астроном Ш. Буайе, после чего их наблюдали многие другие астрономы. Четырехсуточный период вращения не выдерживается точно, иногда он равен 4,5 суток, иногда 3,7 суток. Реальность перемещения облаков с таким периодом

(Продолжение на 80 стр.)

ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

«К звездам»

Так была названа XI филателистическая выставка, организованная Московским отделением Всесоюзного общества филателистов (ВОФ), Московским планетарием и городской дирекцией «Союзпечать». Выставка экспонировалась в Московском планетарии 8—18 апреля 1973 года. Ее открытие было приурочено ко Дню космонавтики. Выставка посвящалась успехам в освоении космоса и 500-летию со дня рождения Николая Коперника.

Среди 13 экспозиций выставки — известные коллекции «Юрий Гагарин» М. Штемпеля и «Астрономия» О. В. Мартышова, хорошо оформленная коллекция, которую собрали ребята из Дома пионеров города Люберцы Московской области.

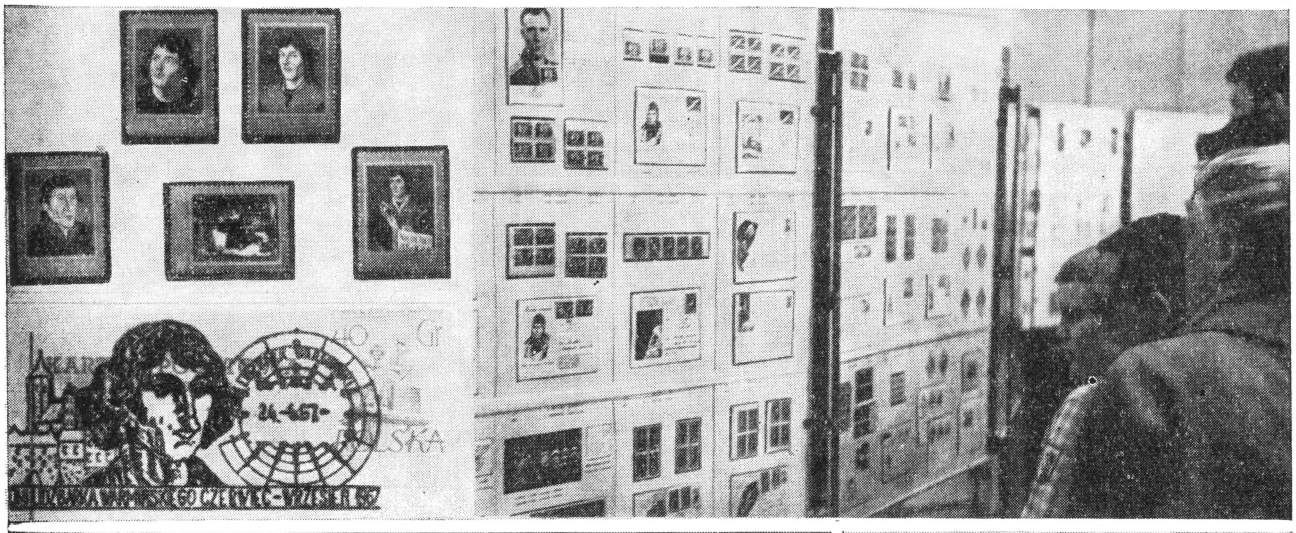
Впервые выставлялась новая польская серия «Портреты Коперника» в большой и интересной коллекции «Он остановил Солнце» Я. Б. Гуревича. Приятное впечатление создавала подборка «Николай Коперник» О. Л. Вайсберга. Он демонстрировал редкое специальное гашение «Дни Лидзбарка», проведенное 24 июня 1967 года.

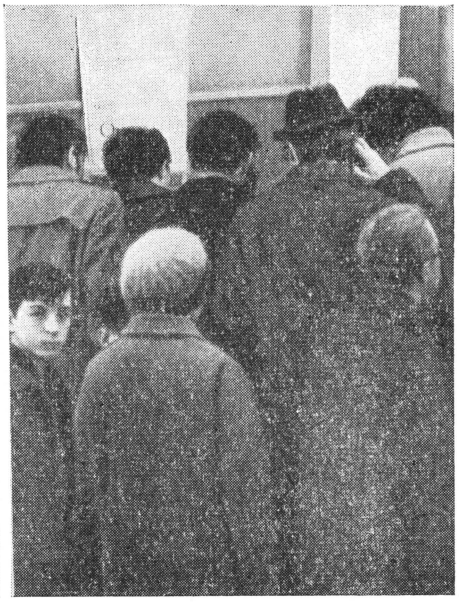
Во время пребывания космонавта А. Леонова в Париже вышла в свет специальная открытка. На штемпеле надпись: «Дань уважения космонавту Жюлю Верну».

В дни работы выставки посетители могли погасить марки специальным штемпелем, получить консультацию по филателии. Проводилась продажа филателистических материалов. Для участников выставки были учреждены призы.

В. А. МИЛЮШЕНКО

ПЛАНЕТАРИЙ





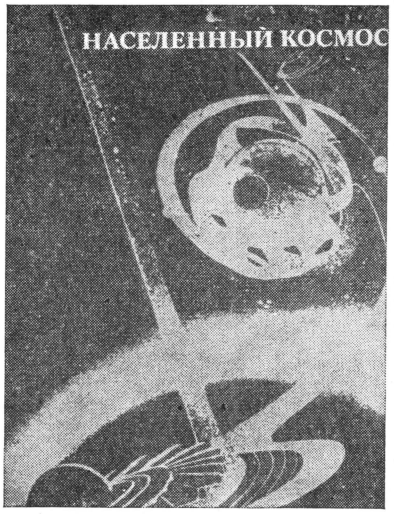
КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

Жизнь и разум во Вселенной

Значительная часть сборника «Населенный космос» (ответственный редактор академик Б. П. Константинов, редактор-составитель В. Д. Пекелис. М., «Наука», 1972 г.) посвящена не собственно космосу, а, скорее, «Земле в космосе». Мы имеем в виду обширный материал, начиная со статьи А. И. Опарина «У истоков жизни» и кончая экспериментальными данными о влиянии солнечной активности, гравитации и других космических и общепланетных факторов на биологическую жизнь Земли, на здоровье людей и на их психику. Интересны и отдельные проблемы, входящие в круг этой большой темы, например вопрос о «земном» или «метеоритном» начале жизни на Земле.

Закономерно или случайно возникновение жизни и разума во Вселенной? На страницах книги «Населенный космос» развернулась по этому поводу своеобразная «дискуссия», характерная вообще для сборника, где сопоставляются подчас противоположные точки зрения о проблемах жизни во Вселенной. Если А. И. Опарин, Г. Ф. Хильми и другие считают земную жизнь безусловным проявлением закономерного развития материи в масштабах Вселенной, то, например, А. А. Нейфах и В. Г. Фесенков рассматривали жизнь и разум на Земле как явление исключительное и практически уникальное. В поисках фактических сведений о внеземной жизни следует попытаться обнаружить «братьев по разуму» и вполне осознанно продолжать освоение космоса.

Сборник содержит немало интересных работ о радиопоиске внеземных



цивилизаций и возможной радиосвязи с ними, о принципиальных основах взаимопонимания разнопланетных разумных существ. По-видимому, непременным условием для обнаружения внеземной цивилизации должно быть желание последней проявить себя в космическом масштабе, не замкнуться на планетном уровне, дать знать о себе, выйти в космос. Но такое же требование применимо и к нам. В статье американского ученого К. Сагана «Можно ли обнаружить наше присутствие?» сообщается, что из космоса совсем непросто узнать, есть ли жизнь на Земле. Правда, земляне могут обнаружить себя по радиоизлучению на метровых волнах; в этом диапазоне Земля уступает лишь Солнцу! А объясняется это, в частности, сравнительно недавним появлением телевидения, которое обслуживается сейчас несколькими тысячами телепередатчиков.

Круг проблем, затронутых в сборнике, важен и интересен. Вместе с тем он не свободен и от некоторых недостатков. Темпы подготовки книги о космосе оказались ниже темпов завоевания космоса, и статьи о развитой жизни и разуме на Марсе бесповоротно устарели. Нам представляется, что в книге немало довольно искусственных и даже фантастических построений. Они, например, встречаются в статье Б. К. Федюшина «Возможны ли межзвездные перелеты?» и Г. И. Покровского «Архитектура в космосе». Ряд статей, посвященных социальным аспектам космонавтики, носит не проблемный, а лишь информационный характер.

Не останавливаясь на мелких недочетах книги, отметим лишь, что ее можно было лучше оформить, обратить более серьезное внимание на подрисуночные подписи. Наверное, не только рецензентов, но и многих читателей удивило, что под фотографией одной из галактик (стр. 143) написано «Наша Галактика»...

В целом книга «Населенный космос» — своеобразный хрестоматийный сборник, авторы которого пытаются осмыслить начало выхода человечества в космос. А для такого осмысления время настает. И, может быть, когда-нибудь наши внеземные разумные сотоварищи будут благодарны как раз за то, что мы решились выйти в космос, несмотря на его устрашающую безбрежность и кажущуюся безжизненность.

У. Н. ЗАКИРОВ
Ю. А. ШКОЛЕНКО

ИНФОРМАЦИЯ

ОБСУЖДЕНИЕ ПРОБЛЕМ АСТРОНОМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В середине февраля в Ленинградском Доме ученых собрался пленум Совета по подготовке астрономических кадров (СПАК) при АН СССР. Пленум открыл председатель СПАК член-корреспондент АН СССР В. В. Соболев. Он сформулировал задачи, стоящие перед Советом. СПАК планирует проводить свою работу по трем основным направлениям, распространяющимся на научные учреждения, университеты, а также педагогические институты и средние школы. Разумеется, прежде всего потребовалось выяснить, каково состояние дел в настоящее время. Этому и были посвящены основные доклады, заслушанные и обсужденные пленумом.

Г. С. Хромов на основе составленной А. С. Шаровым в 1970 году и имеющейся в Астрономическом совете АН СССР картотеки («Земля и Вселенная», № 4, 1973 г., стр. 80) выполнил статистику советских астрономических кадров (распределение по возрасту, ученым степеням, учреждениям и т. д.). В нашей стране сейчас работает в области астрономии примерно 1600 человек, половина из них имеет ученые степени (примерно столько же астрономов с учеными степенями и в США). Средний возраст кандидатов наук 39 лет, докторов — 45 лет. Распределение астрономов по специальностям: небесной механикой занимаются 8% астрономов, астрометрией — 15%, звездной астрономией — 13%, астрофизикой — 27%, физикой Солнца — 14%, радиоастрономией — 7% и другими областями астрономии — 16%.

Доклад А. С. Шарова в значительной своей части был посвящен анализу продуктивности деятельности советских астрономов. Оказалось, что труды по астрономии публикуются небольшим числом ученых — около половины опубликованных работ принадлежит 20% научных работников. В среднем, кандидат наук публикует 1,2 работы в год, доктор наук 2,4, член-корреспондент — 4,5, академик более 5. Если же учесть всех лиц, которые трудятся в астрономии, и число публикуемых по астрономии работ, то окажется, что в СССР приходится 0,8 публикации в год на каждого.

В докладе Г. М. Никольского говорилось о диссертациях по астрономии. Оказывается, что около $^2/_3$ всех диссертаций защищено в трех специализированных ученых советах (Пулково, МГУ, ЛГУ) и лишь $^1/_3$ диссертаций в 20 смешанных. За последние пять лет в МГУ (ГАИШ) защищено 119 диссертаций, из которых 22 докторские. Обычно кандидатская диссертация основывается на шести публикациях соискателя, а докторская — на 20.

Доклад В. В. Иванова был посвящен подготовке астрономов в университетах. Предварительно в университеты было разослано 27 анкет (получено 24 ответа). Астрономы готовятся в 18 университетах. Кафедры астрономии существуют на физических и математико-механических факультетах. В среднем университеты ежегодно выпускают 175 астрономов и 60 астрономов-геодезистов. (Известно, что высококвалифицированных астрономов-геодезистов выпускает также и МИИГАиК.) Молодые специалисты направляются на научно-исследовательскую работу в институты и обсерватории, пополняют ряды преподавателей в высшей и средней школе. В кадрах заинтересованы организации, занимающиеся космическими исследованиями (это было отмечено в докладе М. Г. Крошкина), а также педагогические институты (в своем выступлении А. Б. Палей обобщил сведения о преподавании астрономии в 178 педагогических институтах страны).

Состоянию преподавания астрономии в средней школе был посвящен доклад автора этих строк. В докладе подчеркивалось все возрастающее общеобразовательное значение самостоятельного курса астрономии в средних школах и профессиональных технических училищах, которые дают своим выпускникам законченное среднее образование. Участники пленума были информированы о том, чему и как учат школьников, как обстоит дело с внеклассной работой по астрономии, квалификацией учителей, контролем за состоянием преподавания, уровнем развития и перспективами совершенствования методики преподавания астрономии. Особое внимание в докладе уделялось возможным путям устранения недостатков в преподавании астрономии. О том, какая работа ведется в Академии педагогических наук СССР по устранению некоторых из этих недостатков, рассказал в своем выступлении Е. К. Страут.

Доклады вызвали оживленную дискуссию, в ходе которой выступили М. С. Зверев, В. П. Цесевич, К. А. Бархатова, В. В. Радзиевский, Г. М. Никольский, В. Г. Курт, М. М. Дагаев, О. Х. Гусейнов, П. Б. Бабаджанов, В. Г. Горбацкий, А. А. Сапар. Основные идеи, содержащиеся в докладах и выступлениях, легли в основу развернутого решения, принятого пленумом СПАК.

На пленуме СПАК были образованы три секции: секция университетов (руководитель В. В. Иванов), секция научных учреждений (руководитель Г. С. Хромов), секция педагогических институтов и средних школ (руководитель В. В. Радзиевский). В бюро СПАК в качестве заместителей председателя вошли руководители секций, кроме них членами бюро были избраны Д. Я. Мартынов и Е. К. Харадзе, ученым секретарем — Р. А. Лях. Следующий пленум СПАК намечено созвать в 1974 году.

Е. П. ЛЕВИТАН

ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ

(*Продолжение. Начало на 76 стр.*)

подтверждена спектральными наблюдениями. Столь быстрому движению пятна обязаны постоянно дующим на уровне верхней границы облачного слоя Венеры зональным ветрам, скорость которых около 100 м/сек. или 200 миль/час. Направление этих ветров **совпадает** с направлением вращения самой планеты, а не противоположно ему (оно противоположно направлению ее движения вокруг Солнца).

Советская межпланетная станция «Венера-8» зафиксировала рост скорости ветра в атмосфере Венеры от 1—2 м/сек близ поверхности до 50 м/сек на высоте 45 км. Это подтверждает, что на еще бо́льших высотах (уровень верхней границы облаков соответствует примерно 65 км) скорости ветра достигают 100 м/сек.

РАДАР ИССЛЕДУЕТ САТУРН

Первая радиолокация Сатурна осуществлена американскими радиоастрономами в декабре 1972 года и январе 1973 года с помощью 210-футовой антенны в Голдстоуне. Радарный луч мощностью 400 квт на волне 12,5 см прошел 2,4 млрд. км до Сатурна и обратно за 2 часа 15 минут.

Доктор Р. Гольдшейн и доктор Дж. Моррис сообщают: «Мы приняли гораздо более сильные отраженные сигналы, чем ожидали на таком расстоянии. Из полученных нами результатов следует, что кольца не могут состоять из мелких ледяных кристалликов, пыли или газа. Отраженные сигналы указывают на неровную, зубчатую поверхность глыб твердого материала диаметром в один метр или больше, возможно, гораздо больше...».

Отраженных сигналов от самой планеты не обнаружено.

«Sky and Telescope», **45**, *4*, 1973.

ВНИМАНИЮ АСТРОНОМОВ!

Астрономический совет Академии наук СССР обращается к лицам, не являющимся сотрудниками астрономических обсерваторий и институтов, но ведущих научно-исследовательскую работу в области астрономии, с просьбой сообщить свой адрес, место работы, должность, ученую степень и звание, узкую специальность и год рождения.

Эти данные послужат для составления полной картотеки советских астрономов. Сведения просим направлять по адресу: 117312, Москва, ул. Вавилова 34, Астрономический совет АН СССР, заместителю председателя Астросовета АН СССР Г. С. Хромову.

4 июль август 1973

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

Орган Секции физико-технических и математических наук, Секции наук о Земле Президиума Академии наук СССР и Всесоюзного астрономо-геодезического общества

Редакционная коллегия:

Главный редактор доктор физ.-мат. наук Д. Я. МАРТЫНОВ
Зам. главного редактора кандидат физ.-мат. наук М. Г. КРОШКИН
Ответственный секретарь кандидат пед. наук Е. П. ЛЕВИТАН
Член-корреспондент АН СССР Г. А. АВСЮК, доктор географических наук А. А. АКСЕНОВ, кандидат физ.-мат. наук В. А. БРОНШТЭН, член-корреспондент АН СССР Ю. Д. БУЛАНЖЕ, доктор техн. наук А. А. ИЗОТОВ, доктор физ.-мат. наук И. К. КОВАЛЬ, доктор географических наук В. Г. КОРТ, доктор физ.-мат. наук Р. В. КУНИЦКИЙ, доктор физ.-мат. наук Б. Ю. ЛЕВИН, кандидат физ.-мат. наук Г. А. ЛЕЙКИН, академик А. А. МИХАЙЛОВ, доктор физ.-мат. наук И. Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук К. Ф. ОГОРОДНИКОВ, доктор физ.-мат. наук Г. Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. В. РАДЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, доктор техн. наук К. П. ФЕОКТИСТОВ, доктор геол.-мин. наук Ю. М. ШЕЙНМАНН

Адрес редакции: 117333, Москва, Ленинский пр., д. 61/1
тел. 135-64-81 135-63-08

Художественный редактор Л. Я. Шимкина

Корректоры: Г. Н. Нелидова
А. Н. Федосеева

Т-12402. Сдано в набор 30/IV-1973 г.
Подписано в печать 17/VII-1973 г.
Формат бум. 84×108 1/16. Печ. л. 5,0 (8,4)
Бум. л. 2,5. Уч.-изд. л. 9,5
Тираж 50.000. Цена 40 коп. Заказ 2206

При перепечатке ссылка на журнал «Земля и Вселенная» обязательна.

2-я типография издательства «Наука», Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

(Продолжение. Начало на 2-й стр. обложки)

В соответствии с задачами эксперимента «Марс-6» несколько отличается по конструкции от автоматических станций, запущенных к планете в июле этого года. Предусмотрено, что часть научных исследований «Марс-6» может выполнять с использованием аппаратуры станции «Марс-4».

Параметры траектории станции «Марс-6» близки к расчетным. В первой половине марта следующего года она достигнет окрестностей планеты Марс.

30 июля и 3 августа 1973 года были проведены коррекции траекторий движения станций «Марс-4» и «Марс-5». По данным баллистических измерений, коррекции прошли успешно.

Управление полетом трех межпланетных станций осуществляется из Центра дальней космической связи с помощью средств командно-измерительного комплекса, расположенных в различных районах Советского Союза.

В период полета станций по промежуточной орбите искусственного спутника Земли в работе комплекса принимали участие научно-исследовательские суда Академии наук СССР «Академик Сергей Королев», «Бежица», «Моржовец» и «Ристна», находящиеся в акватории Атлантического океана.

Информация, принимавшаяся судами с борта автоматических станций, передавалась на территорию Советского Союза через спутники связи «Молния-1».

В ПОЛЕТЕ «МАРС-7»

9 августа 1973 года в 20 часов по московскому времени, в соответствии с программой исследования космического пространства и планет Солнечной системы, в Советском Союзе осуществлен запуск автоматической межпланетной станции «Марс-7».

Станция «Марс-7», как и станции «Марс-4», «Марс-5» и «Марс-6», выведена на траекторию полета к планете Марс с промежуточной орбиты искусственного спутника Земли. Последняя ступень ракеты-носителя сообщила станции скорость, превышающую вторую космическую.

По данным траекторных измерений, параметры движения станций близки к расчетным. В середине марта 1974 года она достигнет окрестностей планеты Марс.

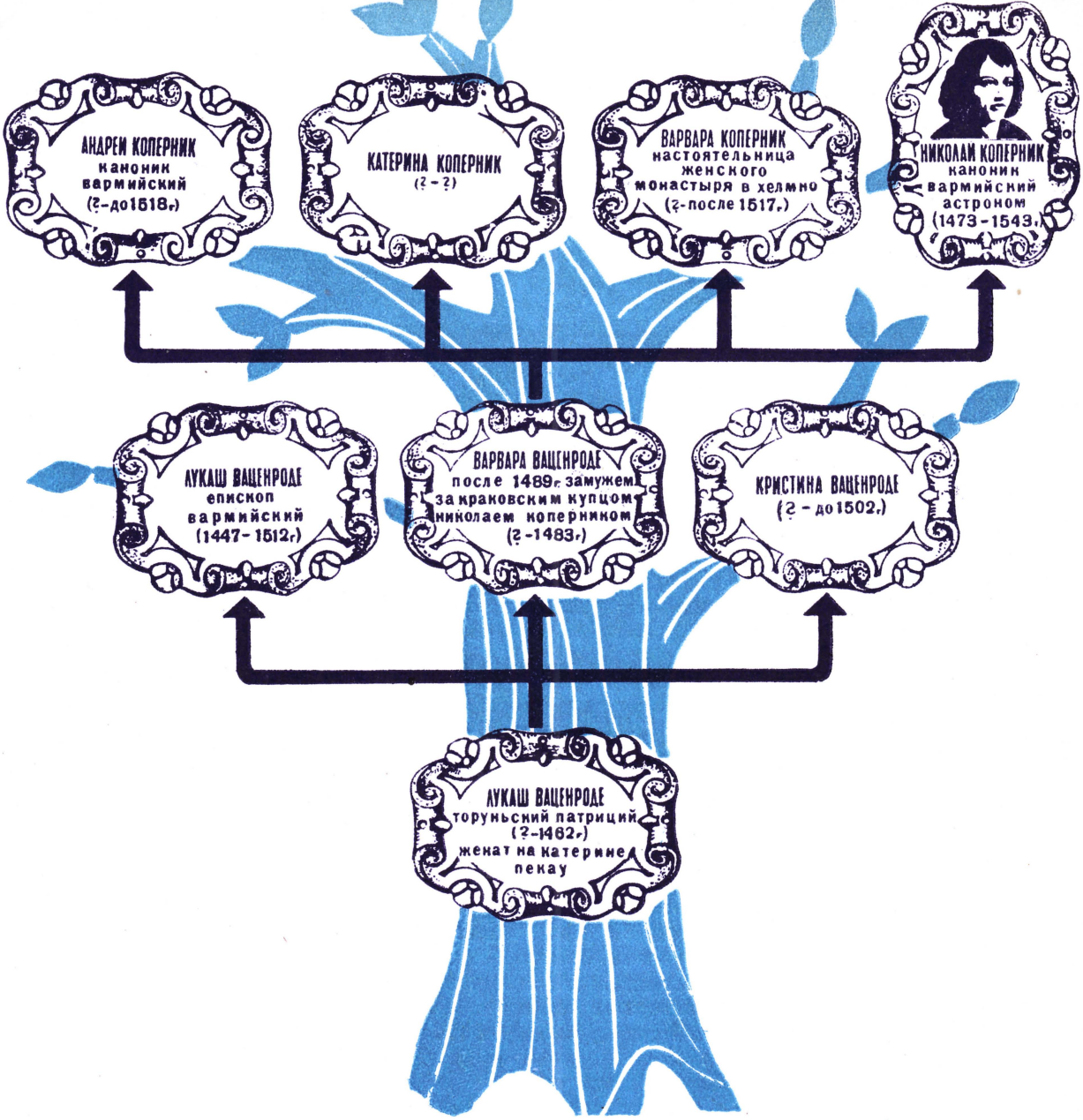
На борту автоматической станции «Марс-7» установлен комплекс научных приборов, предназначенных для исследования планеты Марс, окружающего ее пространства и межпланетной среды.

На станции «Марс-7», как и на станции «Марс-6», кроме советской научной аппаратуры установлены приборы, изготовленные специалистами Франции и предназначенные для проведения совместных советско-французских экспериментов по исследованию радиоизлучения Солнца в метровом диапазоне волн и изучению характеристик солнечной плазмы и космических лучей.

Полет межпланетных станций проходит в соответствии с намеченной программой. По данным телеметрической информации, их бортовые системы и научная аппаратура функционируют нормально.

Управление полетом четырех автоматических станций осуществляется из Центра дальней космической связи с помощью средств командно-измерительного комплекса. Поступающая с межпланетных станций «Марс-4», «Марс-5», «Марс-6» и «Марс-7» информация обрабатывается в Координационно-вычислительном центре и институтах Академии наук СССР.

Цель полета новых советских автоматических межпланетных станций — получение более полных данных о Марсе и окружающем его пространстве. В следующем номере «Земля и Вселенная» подробно расскажет своим читателям о планете, к которой летят «Марс-4», «Марс-5», «Марс-6», «Марс-7».



ИЗДАТЕЛЬСТВО НАУКА

ЦЕНА 40 КОП
ИНДЕКС 70336